

AKSELIPAINOTUTKIMUS 1966

Tie- ja vesirakennushallitus
Tiestötoimisto

Helsinki 6.3.1968

88

TIE

AKSELI



Tie- ja vesirakennushallitus

Tiestötoimisto

6.3.1968/TP

AKSELIPAINOTUTKIMUS 1966

Sisällysluettelo

1. Tutkimusten suorittaminen
 - 1.1 Tutkimusaika- ja paikka
 - 1.2 Punnittujen ajoneuvojen otanta
2. Tulosten käsittely
3. Kokonaispaino
4. Kuormanpaino
5. Sallittu kuormanpaino
6. Kuormitusaste
 - 6.1 Keskimääräiset kuormitusasteet
 - 6.2 Kuormitusasteen jakautumat
7. Akselipaino
 - 7.1 Akselipainojakautuma
 - 7.2 Akselipainojakautuma suurimman akselipainon mukaan
 - 7.3 Sallittujen akselipainorajojen ylitykset
8. Henkilöautojen keskimääräinen kokonaispaino

1. Tutkimusten suorittaminen

1.1 Tutkimusaika- ja paikka

Tutkimus suoritettiin tie- ja vesirakennuspiirien toimesta TVH:n tiesuunnitteluosaston johdolla. Punnitukset suoritettiin huhti- ja syyskuussa. Kumpanakin ajankohtana tutkimukset läpivietiin kahdessa viikossa siten, että punnitukset tapahtuivat neljänä kahden päivän pituisena jaksena (maanantai-tiistai, torstai-perjantai). Routimisen aiheuttamien painorajoitusten vuoksi suoritettiin kolmessa pisteessä kevään punnitus vasta toukokuun ensimmäisellä viikolla. Punnitukset suoritettiin 38:ssä pisteessä, joista 36 kuuluu tarkkailulaskentapisteisiin. Valta-kantateillä pisteistä oli 30, loput 8 sijaitsivat teillä, jotka kuuluvat ryhmään tavalliset maantiet (kuva 1), joista seuraavassa lyhyiden vuoksi käytetään nimitystä maantiet. Tutkimus suoritettiin kussakin pisteessä kahdessa vuorokaudessa siten, että molempia suuntia ei punnittu samanaikaisesti, vaan tutkimus järjestettiin esimerkiksi seuraavasti:

maanantai	klo 6-14	suunta 1
maanantai	klo 14-22	suunta 2
tiistai	klo 6-14	suunta 2
tiistai	klo 14-22	suunta 1

31:ssä pisteessä punnitukset suoritettiin em. tavalla klo 6-22. 7:ssä pisteessä tutkittiin myös yöliikenne. Näissä pisteissä tutkimukset kestivät yhtämittaisesti kaksi vuorokautta. Nämä 7 pistettä sijaitsivat kaikki valta-kantateillä.

1.2 Punnittujen ajoneuvojen otanta

Tutkimus kohdistui ajoneuvoryhmiin LA, KA_{IP}, KA_{PP}, KA_{TP}, PA ja TR (kuva 2). Punnituspaikalla toimi punnitusryhmä, jonka käytössä oli vähintään 2 vaakaa + varavaaka. Kaikki edellä mainittuihin ryhmiin kuuluvat ajoneuvot punnittiin liikenteen ollessa sitä suuruusluokkaa, ettei tämän johdosta syntynyt sellaista jonoa, joka olisi aiheuttanut autojen odotusajat kohtuuttoman pitkiksi. Rajana pidettiin kolmen auton jonoa (yksi punnittavana, kaksi odottamassa). Kun liikenne ylitti punnitusryhmän kapasiteetin, ei kaikkia ajoneuvoja voitu punnita, vaan oli käytettävä otantaperiaatetta. Jotta

tällöin ei olisi saatu vähäliikenteisistä ryhmistä liian pieniä näytteitä meneteltiin seuraavasti:

- Mikäli liikenne ylitti vain vähän ja vain ajoittain punnitusaseman kapasiteetin, punnittiin kaikki ajoneuvot kaikissa paitsi suurimman liikennemäärän omaavassa ajoneuvoryhmässä, ts. tällöin otanta kohdistui vain tähän ryhmään.

- Mikäli liikenne ylitti selvästi ja pitemmän aikaa aseman kapasiteetin, suoritettiin tutkimus siten, että kunkin tunnin alussa punnittiin tietyn pituisena aikavälinä yksinomaan vähäliikenteisiin ajoneuvoryhmiin kuuluvat ajoneuvot ja lopputuntina muita ajoneuvoja satunnaisesti valittuna. Koska tutkimuspisteet olivat tarkkailulaskentapisteissä, oli saatavissa ennakolta tiedot odotettavissa olevista liikennemääristä ja ajoneuvojakautumista. Piirikonttoreille annettiin kehoitus ennakolta tutustua tilanteeseen ja tehdä otantamenetelmän suhteen suunnitelmat. Satunnaista valintaa suoritettaessa oli tärkeätä, ettei tehty mitään eroa tyhjen ja täysien ajoneuvojen välillä, vaan kun yksi ajoneuvo oli punnittu, pysäytettiin seuraava punnittavien ryhmään kuuluva ajoneuvo odottamaan punnitusta. Punnituksen kanssa samanaikaisesti suoritettiin kyseessä olevan suunnan liikenteelle poikkileikkauks-laskenta otantasuhteen selvittämiseksi.

2. Tulosten käsittely

Tutkimuspisteissä merkittiin kenttälomakkeelle kunkin punnitun ajoneuvon akselipainot ym. tarpeelliset tiedot. Piirikonttoreilla ryhmiteltiin aineisto ja siirrettiin tulokset yhdistelmälomakkeelle, jolle laskettiin akselipainojen perusteella kunkin ajoneuvon kokonaispaino, kuormanpaino ja kuormitusaste painon suhteen. Tässä yhteydessä laskettiin eri painoista keskiarvot aikaväleittäin. Vuorokauden keskiarvo (klo 6-22) laskettiin painotettuna keskiarvona eri aikavälien keskiarvoista käyttäen painoina poikkileikkauks-laskennan liikennemääriä. Pistekohtaisia tuloksia yhdistettäessä jaettiin Suomi kolmeen alueeseen tie- ja vesirakennuspiireittäin (kuva 3)

Etelä-Suomi	piirit 01-05	13 pistettä
Keski-Suomi	piirit 06-11	10 pistettä
Pohjois-Suomi	piirit 12-14	5 pistettä

Tuloksia käsiteltäessä jouduttiin kahden tutkimuspisteen tulokset hylkäämään punnituksissa tapahtuneiden sekaannusten vuoksi. Maantiepisteitä, joita oli vain kahdeksan, ei voitu jakaa alueittain.

Kullekin alueelle ja koko maalle laskettiin ajoneuvoryhmittäin aritmeettiset ja painotetut keskiarvot sekä keskihajonnat. Seitsemässä pisteessä suoritettiin punnitukset myös yöllä. Näiden pisteiden tuloksista laskettiin korjauskertoimet, joilla päiväliikenteen tulokset muunnettiin edustamaan koko vuorokauden liikenteen arvoja. Esim. kokonaispainolla kerroin on

$$a_T = T_{\text{klo 6-6}} / T_{\text{klo 6-22}}$$

Kertoimet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1

Yöliikenteen korjauskertoimet

Ajoneuvo-ryhmä	Brutto paino	Netto-paino	Kuorm. aste	Sallittu kuorman paino
LA	1.0002	1.0017	0.99	1.0027
KA _{IP}	1.0042	1.0023	1.00	1.0039
KA _{PP}	1.0274	1.0402	1.03	1.0068
KA _{TP}	1.0402	1.0672	1.06	1.0032
PA	1.0020	1.0141	1.01	1.0026
TR	0.9951	-	-	-

Kertoimet ovat lähes poikkeuksetta yli yhden, vaikkakin ylitys yleensä on verraten pieni. Yöllä siis liikenne on raskaampaa kuin päivällä. Mainittavaa eroa on oikeastaan vain KA_{PP} ja KA_{TP} ryhmissä. Ero ei johdu niinkään siitä, että kalusto olisi raskaampaa, vaan autot on kuormattu raskaammin. Kuormitusasteen kerrointa tarkasteltaessa todetaan, että koko vuorokauden liikenteen kuormitusasteen keskiarvo on KA_{PP}:llä 3 % ja KA_{TP}:llä 6 % suurempi kuin päiväliikenteen (klo 6-22) keskiarvo.

Aineistosta suoritettiin eräitä tilastollisia testauksia käsitteistä kokonaispaino, kuormanpaino, sallittu kuormanpaino ja kuormitusaste. Alueellista vaihtelua tutkittiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Tässä vertailtiin edellä mainittujen kolmen alueen keskiarvoja. Tarkastelu rajoittuu valta- ja kantateihin, koska maantiepisteitä oli siksi vähän, ettei niitä voitu jakaa alueittain. Varianssianalyysissä laskettiin testisuureen F arvot eri tapauksissa. Vertaamalla näitä $F(2:25)$ taulukkoarvoihin todetaan onko eri alueiden keskiarvojen välillä havaittavissa merkitseviä eroja.

Maanteiden ja valta-kantateiden keskiarvoja on verrattu toisiinsa t -testillä. Testisuureen (t) ja vapausasteiden (f) perusteella voidaan testitaulukoista todeta keskiarvojen eron merkitsevyys. Tämä merkitsevyys on seuraavassa ilmaistu tähdillä seuraavasti:

Ei tähteä	=	Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.
*	=	Ero on melkein merkitsevä
**	=	Ero on merkitsevä.
***	=	Ero on vahvasti merkitsevä.

3. Kokonaispaino (Bruttopaino)

Taulukossa 2 on esitetty ajoneuvoryhmien keskimääräisen kokonaispainot valta- ja kantateilla eri alueilla ja koko maassa.

Eri alueiden keskiarvot eivät eronneet suuresti toisistaan.

Varianssianalyysissä todettiin vain ajoneuvoryhmissä KA_{IP} ja KA_{TP} melkein merkitseviä eroja eri alueiden keskiarvojen välillä. KA_{TP} -ryhmässä on Pohjois-Suomen arvo suurempi kuin muilla alueilla.

KA_{IP} -ryhmässä on aritmeettinen keskiarvo Etelä-Suomessa selvästi suurempi kuin muiden alueiden vastaavat arvot, mutta Pohjois-Suomen painotettu keskiarvo nousee yhtä suureksi kuin Etelä-Suomen vastaava arvo.

Myös Ruotsissa Statens Väginstitutin tutkimuksissa on todettu, etteivät ajoneuvojen keskimääräiset kokonaispainot eri alueilla eroa suuresti toisistaan. Yksittäisten tutkimuspisteiden välillä saattaa tietysti olla havaittavissa huomattaviakin eroja.

Taulukko 2

1966

Keskimääräinen kokonaispaino alueittain valta- ja kantateillä.

Ajoneuvo ryhmä	koko maa		Etelä-Suomi		Keski-Suomi		Pohjois-Suomi		F
	T	CV	T	CV	T	CV	T	CV	
LA	9.80	4.3	9.82	3.8	9.60	4.1	10.02	4.9	2.13
KA _{IP}	8.86	9.3	9.03	9.1	8.21	8.1	9.06	6.7	3.71 [≠]
KA _{PP}	19.51	7.9	19.47	8.3	19.57	9.2	19.56	4.6	3.27
KA _{TP}	25.12	7.5	24.90	7.9	25.07	7.1	26.94	2.4	3.52 [≠]
PA	1.69	8.2	1.71	6.6	1.64	10.9	1.74	7.0	3.92
TR	5.17		4.77		5.49		7.68		

T = kokonaispaino (tonnia)

CV = suhteellinen keskihajonta (%)

F = testimuuttuja varianssianalyysissä

Keskimääräiset kokonaispainot ajoneuvoryhmittäin maanteillä on esitetty taulukossa 3. Verrattaessa maanteiden arvoja valtakantateiden arvoihin todetaan kokonaispainojen olevan viimeksimainituilla teillä kaikissa ajoneuvoryhmissä suurempia. Tilastollisesti merkitsevä oli ero kuorma-autoryhmien arvoissa (taulukko 3)

Taulukko 3

Keskimääräiset kokonaispainot ajoneuvoryhmittäin maanteillä

Ajoneuvoryhmä	T	CV	t	Eroaa valtakantateiden arvosta
LA	9.46	5.9	1.28	
KA _{IP}	7.87	11.4	2.81 ^{XX}	merkitsevästi
KA _{PP}	17.31	28.6	2.07 ^X	melk. merk.
KA _{TP}	18.83	18.1	4.48 ^{XXX}	vahv. merk.
PA	1.63	7.6	1.84	
TR	4.29			

T = kokonaispaino (tonnia)

CV = suhteellinen keskihajonta (%)

t = t-testisuureen arvo

Kokonaispainon kehityksestä antaa kuvan taulukko 4, jossa on esitetty kokonaispainot myös aikaisempien vuosien akselipainotutkimusten mukaan. Voidaan todeta selvää kasvua tapahtuneen varsinkin ryhmissä KA_{PP} ja KA_{TP}.

Taulukko 4

Kokonaispainot ajoneuvoryhmittäin eri vuosien tutkimuksissa

Ajoneuvoryhmä	v. 1960	v. 1963	v. 1966
LA	9.2	9.2	9.8
KA _{IP}	7.8	8.8	8.9
KA _{PP}		16.2	19.5
KA _{TP}	19.7	18.3	25.1
PA	1.6	-	1.7
TR	(3.0)arv.	4.5	5.2

4. Kuormanpaino (Nettopaino)

Tutkimusryhmä merkitsi punnittujen akselipainojen lisäksi muistiin mm. ajoneuvon oman painon sekä sallitun kokonaispainon ja/tai sallitun kuormanpainon. Tämä soi mahdollisuuden laskea muitakin ajoneuvoja koskevia painotietoja kuin kokonaispainot. Kuormanpaino saatiin vähentämällä punnitusta kokonaispainosta ajoneuvon oma paino.

$$K_{\text{punn}} = T_{\text{punn}} - 0$$

Traktoreista ei voitu laskea kuormanpainoja, koska niiden omaa painoa ei voitu selvittää perävaunujen osalta.

Keskimääräiset kuormanpainot ajoneuvoryhmittäin on esitetty taulukossa 5. Eri alueiden arvot eivät yleensä eroa merkitsevästi. KA_{TP} -ryhmän arvo näyttää Pohjois-Suomessa olevan yli 1.0 tonnia suurempi kuin muilla alueilla, mutta varianssianalyysillä ei todettu alueellisia eroja. Kuitenkin verrattaessa t-testillä Pohjois-Suomen keskiarvoa Etelä-Suomen keskiarvoon saatiin testisuureen arvoksi $t = 2.84^*$. Vapausasteiden luku $f = 16$, joten alueiden keskiarvoilla olisi melkein merkitsevä ero.

Taulukko 5

Keskimääräiset kuormanpainot alueittain valta- ja kantateillä

Ajoneuvo- ryhmä	koko maa		Etelä-Suomi		Keski-Suomi		Pohjois-Suomi		F
	K	CV	K	CV	K	CV	K	CV	
LA	1.79	24.5	1.75	17.5	1.77	33.0	1.98	23.2	1.63
KA _{IP}	3.65	16.3	3.75	16.4	3.30	16.4	3.72	9.6	2.33
KA _{PP}	10.47	14.3	10.39	17.1	10.67	13.4	10.55	9.6	2.35
KA _{TP}	12.47	14.0	12.35	14.5	12.33	15.1	13.75	6.1	1.97
PA	0.57	14.5	0.57	10.0	0.57	18.7	0.63	15.4	1.64

K = kuormanpaino (tonnia)

CV = suhteellinen keskihajonta (%)

F = testimuuttuja varianssianalyysissä

Taulukko 6

Keskimääräinen kuormanpaino ajoneuvoryhmittäin maanteilla

Ajoneuvoryhmä	K	CV	t	Eroa valta-kanta- teiden arvosta
LA	1.83	22.3	0.62	melkein merkitsevästi
KA _{IP}	2.98	24.4	2.62 [*]	
KA _{PP}	8.78	47.0	1.70	merkitsevästi
KA _{TP}	8.67	39.7	3.46 ^{**}	
PA	0.53	17.8	1.64	

K = kuormanpaino (tonnia)

CV = suhteellinen keskihajonta (%)

t = t-testisuureen arvo

Kuormanpaino näyttää valta- ja kantateilla olevan suurempi kuin maanteilla kaikissa muissa ajoneuvoryhmissä paitsi linja-autoilla. Tilastollisesti merkitsevä on ero KA_{IP}- ja KA_{TP}-ryhmissä. KA_{PP}-ryhmässäkin on valta-kantateilla suurempi arvo, mutta tämän tutkimuksen perusteella ei eroa voi sanoa tilastollisesti merkitseväksi, koska hajonta on maantiepisteiden tuloksissa erittäin suuri.

Verrattaessa tuloksia v. 1963 tutkimuksessa saatuihin arvoihin todetaan, että KA_{IP}-ryhmässä kuormanpaino on hieman laskenut. Useampiakselisten kuorma-autojen osalta voidaan todeta kuormanpainon nousseen keskimäärin noin kaksi tonnia.

5. Sallittu kuormanpaino

Keskimääräiset sallitut kuormanpainot ajoneuvoryhmittäin valta- ja kantateilla on esitetty taulukossa 7. Eri alueiden välisiä eroja on varianssianalyysin mukaan vain KA_{IP}-ryhmässä. Siinä on Etelä-Suomen arvo suurempi kuin Keski- ja Pohjois-Suomen arvot, jotka ovat keskenään lähes saman suuruisia. KA_{TP}-ryhmässä on Pohjois-Suomen arvo n. 0.9 tonnia suurempi kuin muilla alueilla. Varianssianalyysillä ei kuitenkaan ilmeisesti Pohjois-Suomen aineiston pienuuden johdosta todettu merkitseviä eroja alueiden

Taulukko 7

Keskimääräinen sallittu kuormanpaino alueittain valta- ja kantateilla

Ajoneuvo-ryhmä	Koko maa		Etelä-Suomi		Keski-Suomi		Pohjois-Suomi		F
	K _{sall}	CV	K _{sall}	CV	K _{sall}	CV	K _{sall}	CV	
LA	3.31	4.9	3.30	2.2	3.36	7.1	3.27	3.9	1.18
KA _{IP}	5.90	7.2	6.08	5.5	5.59	3.8	5.54	9.3	8.95 ^{xx}
KA _{PP}	13.40	4.9	13.48	4.7	13.43	6.0	13.02	2.7	1.22
KA _{TP}	16.73	4.9	16.64	2.8	16.69	6.9	17.57	2.0	2.90
PA	0.95	11.8	1.00	12.9	0.87	12.2	0.92	4.8	2.67

K_{sall} = sallittu kuormanpaino (tonnia)

CV = suhteellinen keskihajonta (%)

F = testimuuttuja varianssianalyysissä

välillä, mutta verrattaessa t-testillä Pohjois-Suomen ja Keski-Suomen arvoja keskenään saadaan testisuureen arvoksi $t = 2.84^*$, mikä osoittaa melkein merkitsevää eroa.

Keskimääräinen sallittu kuormanpaino on vuodesta 1963 noussut KA_{IP} -ryhmässä 0.2 tonnia ja perävaunullisilla kuorma-autoilla 2.5-3.0 tonnia.

Sallittu kuormanpaino on valta-kantateillä suurempi kuin maanteillä kaikissa ajoneuvoryhmissä. Tilastollisesti merkitsevä on ero vain linja-autojen kohdalla (taulukko 8)

Taulukko 8

Keskimääräinen sallittu kuormanpaino maanteillä

Ajoneuvoryhmä	K_{sall}	CV	t-arvo	Eroa valta- ja kantateiden arvosta
LA	3.13	4.9	3.05**	merkitsevästi
KA_{IP}	5.73	7.9	1.10	ei "
KA_{PP}	13.01	15.2	1.62	ei "
KA_{TP}	14.70	22.6	1.31	ei "
PA	0.94	10.9	0.59	ei "

K_{sall} = sallittu kuormanpaino (tonnia)

CV = suhteellinen keskihajonta (%)

t-arvo = t-testin testisuure

6. Kuormitusaste

6.1 Keskimääräiset kuormitusasteet

Kuormitusasteella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa todellisen kuormanpainon suhdetta sallittuun kuormanpainoon

$$\overline{KA} = K_{punn} / K_{sall}$$

Keskimääräiset kuormitusasteet ja niiden suhteelliset keskihajonnat on esitetty taulukossa 9. Alueiden välisiä eroja testat-

Taulukko 9

Keskimääräinen kuormitusaste alueittain valta- ja kantateillä

Ajoneuvo- ryhmä	Koko maa		Etelä-Suomi		Keski-Suomi		Pohjois-Suomi		F
	\overline{KA}	CV	\overline{KA}	CV	\overline{KA}	CV	\overline{KA}	CV	
LA	0.53	25.3	0.52	18.4	0.51	33.4	0.60	24.5	1.02
KA _{IP}	0.61	12.6	0.60	12.8	0.59	14.2	0.66	8.6	1.38
KA _{PP}	0.78	14.4	0.77	16.6	0.80	13.4	0.82	12.3	1.10
KA _{TP}	0.74	13.4	0.74	14.8	0.74	14.6	0.78	4.6	1.82
PA	0.63	20.5	0.59	16.7	0.69	23.6	0.70	13.4	2.23

\overline{KA} = kuormitusaste

CV = suhteellinen keskihajonta (%)

F = testimuuttuja varianssianalyysissä

taessa ei todettu eri alueiden keskiarvojen välillä tilastollisesti merkitseviä eroja. Voidaan kuitenkin todeta, että Pohjois-Suomen arvot ovat poikkeuksetta suurimmat.

Vuoden 1963 tutkimukseen verrattaessa todetaan, että kuormitusasteen muutokset ovat hyvin pieniä. Kuitenkin edellä on todettu perävaunullisten kuorma-autojen kokonaispainon ja kuormanpainon nousseen. Tämä selittyy sillä, että kalusto on muuttunut järeämmäksi ja sallittu kuormanpaino suuremmaksi siten, että suhde $K_{\text{punn}}/K_{\text{sall}}$ on pysynyt lähes ennallaan.

Kuorma-autoryhmissä on kuormitusaste valta- ja kantateillä suurempi kuin maanteillä. Tilastollisesti on ero KA_{IP} -ryhmässä melkein merkitsevä. Muissa ryhmissä ei erolla ole tilastollista merkitsevyyttä. Tämä johtuu ilmeisesti kovin suuresta hajonnasta maantiepisteiden tuloksissa. Linja-autoilla on kuormitusaste taas maanteillä suurempi, vaikka ero ei testin mukaan ole tilastollisesti merkitsevä. Suunta tuntuu kuitenkin luonnolliselta, koska sallitun kuormanpainon todettiin olevan maanteillä merkitsevästi pienemmän kuin valta- ja kantateillä, mutta kuormanpainossa ei todettu merkitsevää eroa.

Taulukko 10

Keskimääräiset kuormitusasteet maanteillä

Ajoneuvoryhmä	\overline{KA}	CV	t-arvo	Eroa valta- ja kantateiden arvosta
LA	0.59	23.6	1.30	ei merkitsevästi
KA_{IP}	0.52	18.3	2.41*	melk. "
KA_{PP}	0.73	41.7	1.15	ei "
KA_{TP}	0.63	50.5	1.00	ei "
PA	0.63	27.0	0.61	ei "

\overline{KA} = kuormitusaste

CV = suhteellinen keskihajonta

t-arvo = t-testin testisuure

6.2 Kuormitusasteen jakautumat

Ajoneuvojen prosentuaalinen jakautuminen eri luokkiin kuormitusasteen perusteella on esitetty alueittain liitteessä 1. Vastaa- vasti on liitteessä 2 esitetty jakautuma erikseen maanteilla ja valta-kantateilla. Asian havainnollistamiseksi on jakautumat esitetty myös piirroksin (kuvat 4-7). Jakautumat on kerätty samalla tavoin kuin akselipainojakautumatkin. Yöliikenteen aiheuttamaa korjausta ei voitu ottaa huomioon, koska korjauskertoimen arvo vaihteli hyvin epäsäännöllisesti painoluokittain. Tarkasteltaessa alueittaisia eroja todetaan, että kuorma-autoryhmissä on erittäin raskaasti kuormattuja ajoneuvoja ($\overline{KA} > 1.6$) säännöllisesti eniten Pohjois-Suomessa. Eroa ei ole tilastollisesti testattu, mutta graafisen tarkastelun perusteella näyttää ero selvältä. Edellä on kuitenkin todettu, ettei keskimääräinen kuormitusaste eronnut eri alueiden välillä merkitsevästi. Lisätarkastelussa huomataan, että myös kuormitusasteluokka 0-0.4 on voimakkaimmin edustettuna Pohjois-Suomessa. Näin keskiarvo sattuu muiden alueiden arvojen kanssa yksiin. Linja-autojen ja pakettiautojen vastaavissa jakautumissa ei ole havaittavissa mainittavia eroja eri alueiden välillä.

Vertailtaessa kuormitusastejakautumaa valta-kantateilla ja maanteilla todetaan, että jakautuma on hyvin samanlainen kummassakin tieluokassa. KA_{TP} -ryhmässä on raskaasti kuormattujen osuus ($\overline{KA} > 1.0$) kuitenkin selvästi suurempi valta-kantateilla.

Yleensä ottaen kuormitusasteen jakautuma on kuorma-autoilla kaksihuippuinen. Valta-arvo on luokassa $KA = 0 - 0.2$ ja toinen huippu luokassa $KA = 1.0 - 1.2$. Linja- ja pakettiautoilla jakautuma on yksihuippuinen. Valta-arvo osuu välille $KA = 0.2 - 0.6$.

7. Akselipaino

7.1 Akselipainojakautuma

Akselipainot jaettiin 25:een painoluokkaan: 0-1 to, 1-2 to, 2-3 to, ..., 23-24 to ja yli 24 to. Kunkin pisteen tuloksista kerättiin kuhunkin painoluokkaan kuuluvien akselien lukumäärä. Yksittäisakselit ja teliakselit käsiteltiin erikseen. Telirakennetta käsitellään tässä tutkimuksessa kokonaisuutena ja käytetään

siitä nimitystä teliakseli. Kunkin pisteen kevään ja syksyn jakautumat laskettiin keskenään yhteen. Alueen jakautuma saatiin laskemalla alueen eri pisteissä saadut jakautumat yhteen. Vihdoin koko maan jakautuma saatiin kolmen alueen jakautumista yhteenlaskemalla. Yhteenlaskettaessa on luonnollisesti käytetty lukumääriä kappaleina. Lopullisissa tuloksissa on jakautumat esitetty prosentuaalisina. Tällöin on yksittäisakselien jakautumissa prosenttilukujen perusarvona yksittäisakselien kokonaismäärä ja teliakselijakautumien vastaavana perusarvona teliakseleiden kokonaismäärä. Maantie-pisteiden tulokset käsiteltiin erikseen vastaavalla tavalla.

Jakautumien yleisestä luonteesta voidaan sanoa, että kuorma-autoilla on jakautuma kaksihuippuinen. Valta-arvo on yksittäisakselilla välillä 2-5 tonnia ja teliakseleilla välillä 4-7 tonnia. Toinen huippu on yksittäisakselilla välillä 7-9 tonnia ja teliakseleilla välillä 13-15 tonnia. Linja- ja pakettiautoilla sekä traktoreilla on jakautuma yksihuippuinen. Valta-arvo osuu pakettiautoilla ja traktoreilla luokkaan 0-1.0 tonnia. Linja-autoilla on valta-arvo 4-5 tonnia. Eri kuorma-autoryhmillä on jakautuma hyvin samantyyppinen. Selvimmin poikkeaa KA_{IP} -ryhmän yksittäisakselien jakautuma, jossa raskaiden akselien ($P > 7$ tonnia) osuus on huomattavasti pienempi kuin muissa ryhmissä.

Eri alueiden akselipainojakautumat on esitetty numeerisesti liitteissä (3-7) ja piirroksina kuvissa (8-16). Todetaan, että jakautumat eri alueilla ovat ajoneuvoryhmittäin verraten samankaltaiset. KA_{PP} - ja KA_{TP} -ryhmissä näyttää kuitenkin Pohjois-Suomessa olevan erittäin raskaiden akselien ($P_{yks} > 10.0$ tonnia ja $P_{teli} > 18.0$ tonnia) osuus suurempi kuin muilla alueilla. LA-ryhmässä on jakautuma samanlainen kaikilla alueilla. Traktoreiden kohdalla näyttää Pohjois-Suomessa olevan 3 tonnia raskaampien akselien osuus suurempi kuin Etelä-Suomessa ja Keski-Suomessa.

Akselipainojakautuma maanteilla ei eroa paljoa valta- ja kanta-teiden jakautumasta. Jakautumia voidaan vertailla kuvista (25-29). Maanteitä koskeva aineisto on ilmeisesti liian pieni akselipainojakautuman määrittämiseksi. Varsin selvästi näkyy aineiston pienuus KA_{TP} -ryhmän teliakseleiden kohdalla. Tässäkin ryhmässä tuntuu todennäköiseltä, että jakautumasta muodostuisi verraten samanlainen kuin valta- jakantateilla. Erittäin raskaiden akselien

($P > 18.0$ tonnia) osuus lienee kuitenkin maanteillä pienempi (vrt. kuormitusastejakautuma).

7.2 Akselipainojakautuma suurimman akselipainon mukaan

Näissä jakautumissa on otettu huomioon kustakin ajoneuvosta vain painavin akseli, joka voi olla joko yksittäisakseli tai teliakseli. Näistä kummastakin on laskettu oma jakautumansa. Joka tapauksessa kustakin ajoneuvosta on otettu huomioon vain yksi akseli. Tapauksia, joissa ajoneuvon painavin akseli on yksittäisakseli, vaikka ajoneuvossa on myös teliakseleita, on hyvin vähän, joten yllä oleva jako on lähes yhtäpitävä jaon

- ajoneuvot, joissa on vain yks.akseleita
- ajoneuvot, joissa on yksi tai useampia teliakseleita

kanssa.

Akselipainojakautuma suurimman akselipainon mukaan on laskettu periaatteessa samalla tavalla kuin akselipainojakautumakin.

Jakautumat on esitetty piirroksina kuvissa (17-25) ja numeerisesti liitteissä (8-12). Ne näyttävät noudattavan samaa muotoa kuin vastaava akselipainojakautumakin. Tämä pätee varsinkin teliakseleihin. Yksittäisakseleilla voidaan huomata raskaiden akselien osuuden korostuminen. Tämä johtuu siitä, että teliakseleita voi olla korkeintaan kaksi yhdessä ajoneuvossa ja ilmeisesti molemmat ovat painoltaan hyvin lähellä toisiaan. Yksittäisakseleita voi olla neljäkin samassa ajoneuvossa. Näiden painot ilmeisesti eroavat keskenään enemmän kuin teliakseleiden painot.

7.3 Sallittujen akselipainorajojen ylitykset

Moottoriajoneuvoasetuksen 36§:n mukaan ei autoa saa teillä kuljettaa mikäli sen tai siihen liitetyn ajoneuvon vahvistettu tai rekisteriin merkitty akselipaino tai milloin tätä painoa ei ole maassa vahvistettu, todellinen akselipaino ylittää 8.0 tonnia tai telipaino 13.0 tonnia. Ajoneuvosta riippuen voi sallittu akseli/telipaino olla siis vähemminkin kuin em. 8/13 tonnia. Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu vain tämän yleisen 8/13 tonnin rajan ylittäneiden määriä. Kuten seuraavassa voidaan nähdä ei akselipainorajoitusten noudattamista liikenteessä voi hyvällä tahdolla-
kaan sanoa kovin orjalliseksi.

Punnituista akseleista oli sallitun rajan ylittäneitä ajoneuvoryhmittäin taulukon 11 mukaisesti. Taulukossa olevat prosenttiluvut tarkoittavat yksittäisakseleilla 8 tonnin rajan ylittäneiden akselien prosenttista osuutta kaikista punnituista yksittäisakseleista ja teliakseleilla 13 tonnin rajan ylittäneiden akselien osuutta kaikista punnituista teliakseleista.

Taulukko 11

Sallitun akselipainorajan ylittäneiden akselien prosenttinen osuus v. 1966 tutkimuksessa valta- ja kantateillä

Ajoneuvoryhmä	Etelä-Suomi		Keski-Suomi		Pohjois-Suomi		Koko maa	
	yks.	teliaks.	yks.	teliaks.	yks.	teliaks.	yks.	tel.
LA	0.4		-		0.3		0.3	
KA _{IP}	8.5	32.0	8.0	24.4	10.8	23.8	8.8	30.1
KA _{PP}	22.0	28.4	22.6	33.4	25.4	34.1	22.8	30.0
KA _{TP}	13.0	43.8	13.4	36.8	13.7	41.7	13.2	42.3
PA	-		-		-		-	
TR	0.9		1.4		1.0		1.1	

Vuoden 1963 tutkimuksessa olivat vastaavat prosenttiluvut:

Taulukko 12

Sallitun akselipainorajan ylittäneiden akselien prosenttinen osuus v. 1963 tutkimuksessa

Ajoneuvoryhmä	yks.aks.	teliaks.
2-aks.ka	11.3	
3-aks.ka	18.0	31.5
4- ja us.aks.ka	13.5	28.8

Vertailua haittaa ajoneuvojen erilainen ryhmäjako. Perävaunullisten kuorma-autojen kohdalla on ylitysprosentti hivenen noussut ja KA_{IP}-ryhmässä taas laskenut. Täysin toisiaan vastaavat ryhmät saadaan, kun otetaan KA_{PP} + KA_{TP} (1966) teliakseleiden osalta ja 4- ja us.aks.ka (1963) teliakselit. Vertailukelpoiset prosentit ovat:

1966	35.1 %
1963	28.8 %

Tarkasteltaessa kaikkia kuorma-autoja yhteensä saadaan seuraavat arvot:

	1963	1966
yks.aks.ka	13.6 %	14.0 %
teliaks.	30.1 %	33.8 %

Kokonaisuudessaan näyttää ylitysprosentti nousseen.

Suurimman akselipainon jakautumasta saadaan taulukossa 13 esitettyt arvot. Nämä ovat luonnollisesti suurempia kuin taulukon 11 tulokset. Ero on yksittäisakseleilla suuri. Teliakseleilla sen sijaan ero on hyvinkin pieni.

Taulukko 13

Niiden ajoneuvojen prosenttinen osuus, joiden suurin akselipaino ylittää sallitun akselipainorajan

Ajoneuvo ryhmä	Etelä-Suomi		Keski-Suomi		Pohjois-Suomi		Koko maa	
	yks.	teli	yks.	teli	yks.	teli	yks.	teli
LA	0.4		-		0.6		0.4	
KA _{IP}	19.0	32.2	17.6	21.9	22.7	24.4	19.3	29.6
KA _{PP}	41.9	30.9	39.8	33.9	41.9	37.0	41.4	32.3
KA _{TP}	33.2	44.6	40.0	38.0	19.0	43.5	33.9	43.2
PA	-		-		-		-	
TR	2.5		3.7		3.0		3.2	

Yhdistämällä yks.- ja teliakselitiedot taulukossa 13 saadaan luvut, jotka ilmoittavat niiden ajoneuvojen, jotka ovat ylittäneet joko sallitun yksittäisakselipainon tai sallitun telipainon, prosenttisen osuuden kussakin ajoneuvoryhmässä:

KA _{IP}	20.9 %
KA _{PP}	37.1 %
KA _{TP}	41.3 %

Kaikki edellä mainitut tiedot akselipainorajojen ylityksestä koskevat valta- ja kantateitä. Maanteillä oli ylipainoisia akseleita seuraavasti:

Taulukko 14

Sallitun akselipainorajan ylittäneiden akselien prosenttinen osuus maanteillä

Ajoneuvoryhmä	Yks.aks.	teliaks.
LA	0.2	
KA _{IP}	7.4	29.7
KA _{PP}	19.3	28.0
KA _{TP}	11.5	33.3
PA	-	
TR	0.6	

Arvot ovat poikkeuksetta hieman pienempiä kuin valta- ja kantateiden vastaavat.

Yleensä jomman kumman rajan ylittäneitä oli maanteillä ajoneuvoryhmittäin seuraavasti:

LA	0.5 %
KA _{IP}	16.4 %
KA _{PP}	36.8 %
KA _{TP}	37.3 %
PA	-
TR	1.7 %

8. Henkilöautojen keskimääräinen kokonaispaino

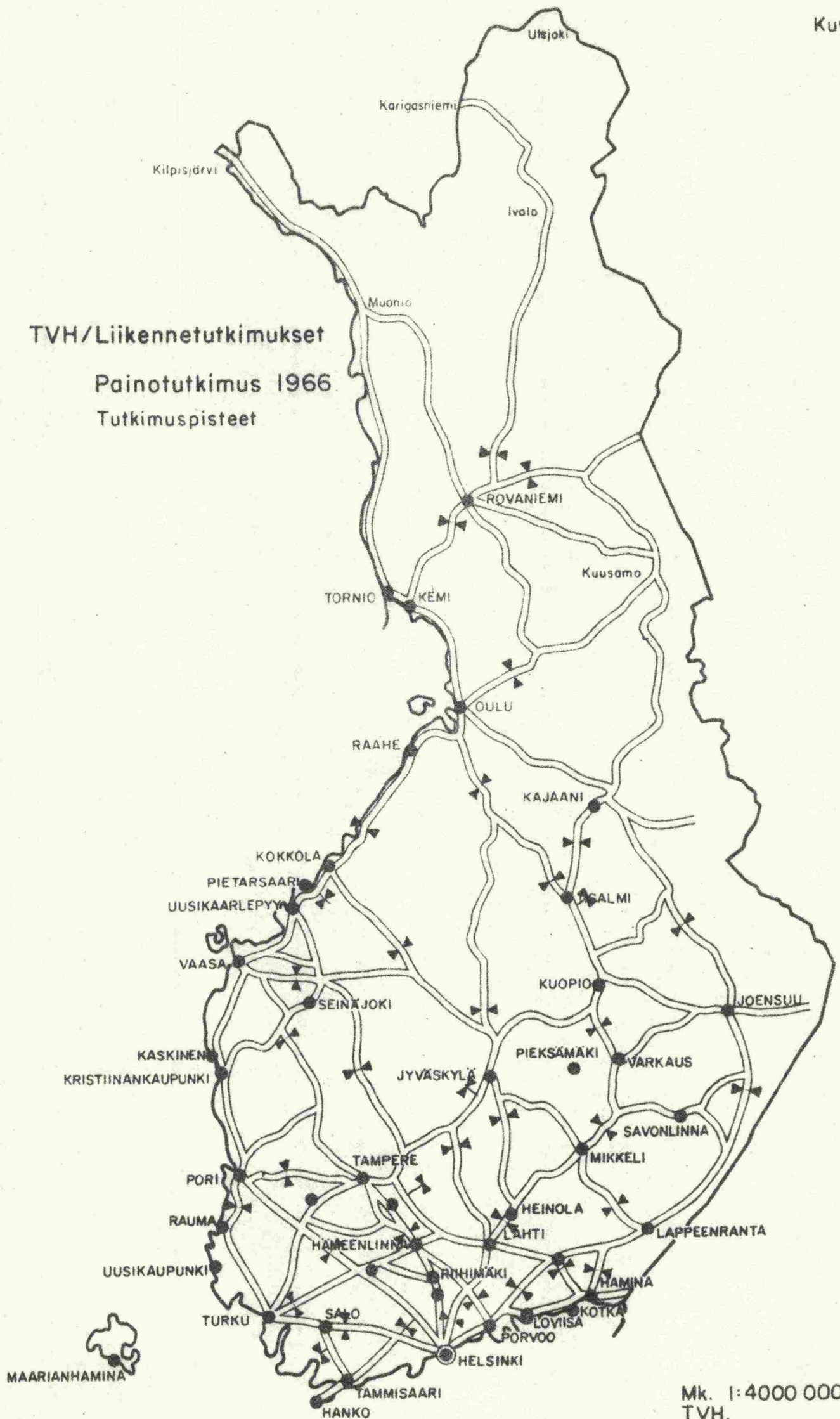
Akselipainotutkimuksessa ei punnittu henkilöautoja. Niiden paino selvitettiin erikseen. Lähtökohtana pidettiin Tilastollisen päätoimiston laatimaa tilastoa: Autojen jakautuminen merkin, laadun ja käyttövoiman mukaan 31.12.1965. Tästä tilastosta saatiin henkilöautojen jakautuminen merkin mukaan. Eri automerkkien jakautuminen tyypeittäin selvitettiin tiedustelemalla maahantuoilta. Yksi maahantuoja kykeni ilmoittamaan autokannan tyypeittäin, muiden osalta oli tyydyttävä viime vuosien myynti- ja rekisteröintilukuihin. Painot selvitettiin "Moottori"-lehden eripainoksista "Henkilöautojen mikä mikin on?" Näiden tietojen perusteella laskettiin henkilöautojen keskimääräinen oma paino painotettuna keskiarvona.

Koko henkilöautokanta 31.12.1965 oli 454.854 kpl. Muutamien harvinaisempien automerkkien jäädessä tarkastelun ulkopuolelle tuli otantasuhteeksi 96.5 %.

Henkilöautojen keskimääräiseksi omaksi painoksi saatiin 895 kg.

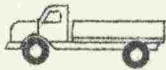
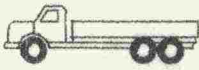
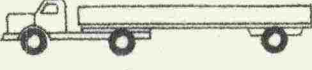

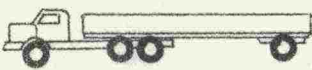



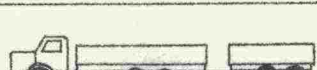



Kun ajatellaan, että henkilöautoissa on keskimäärin kaksi henkilöä kyydissä ja yleensä jonkin verran lisäkuormaa, saadaan henkilöauton keskimääräiseksi kokonaispainoksi 1.05 - 1.10 tonnia.

TVH/Liikennetutkimukset
Painotutkimus 1966
Tutkimuspisteet



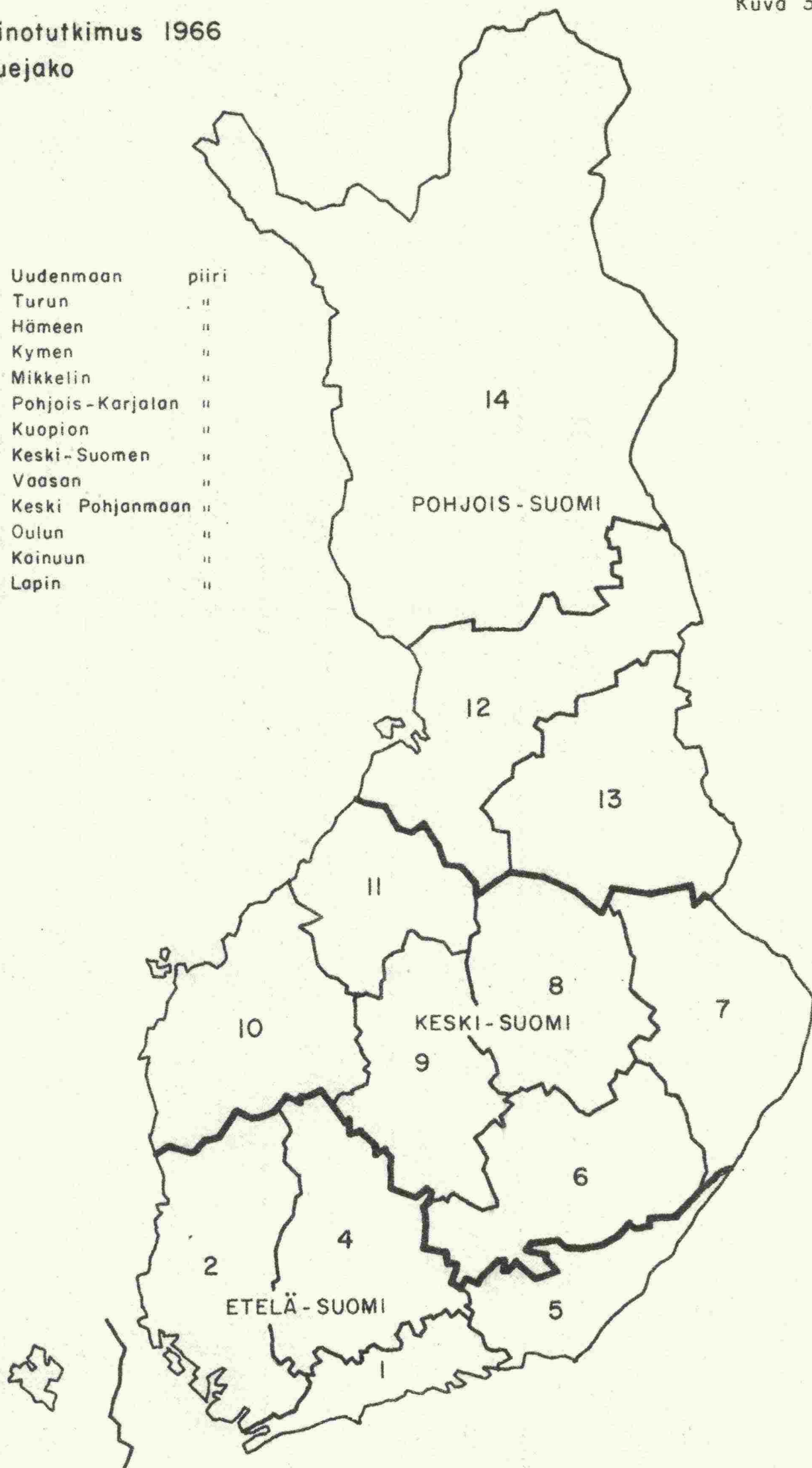
Mk. 1:4000 000
TVH.

AJONEUVOTYYPIT

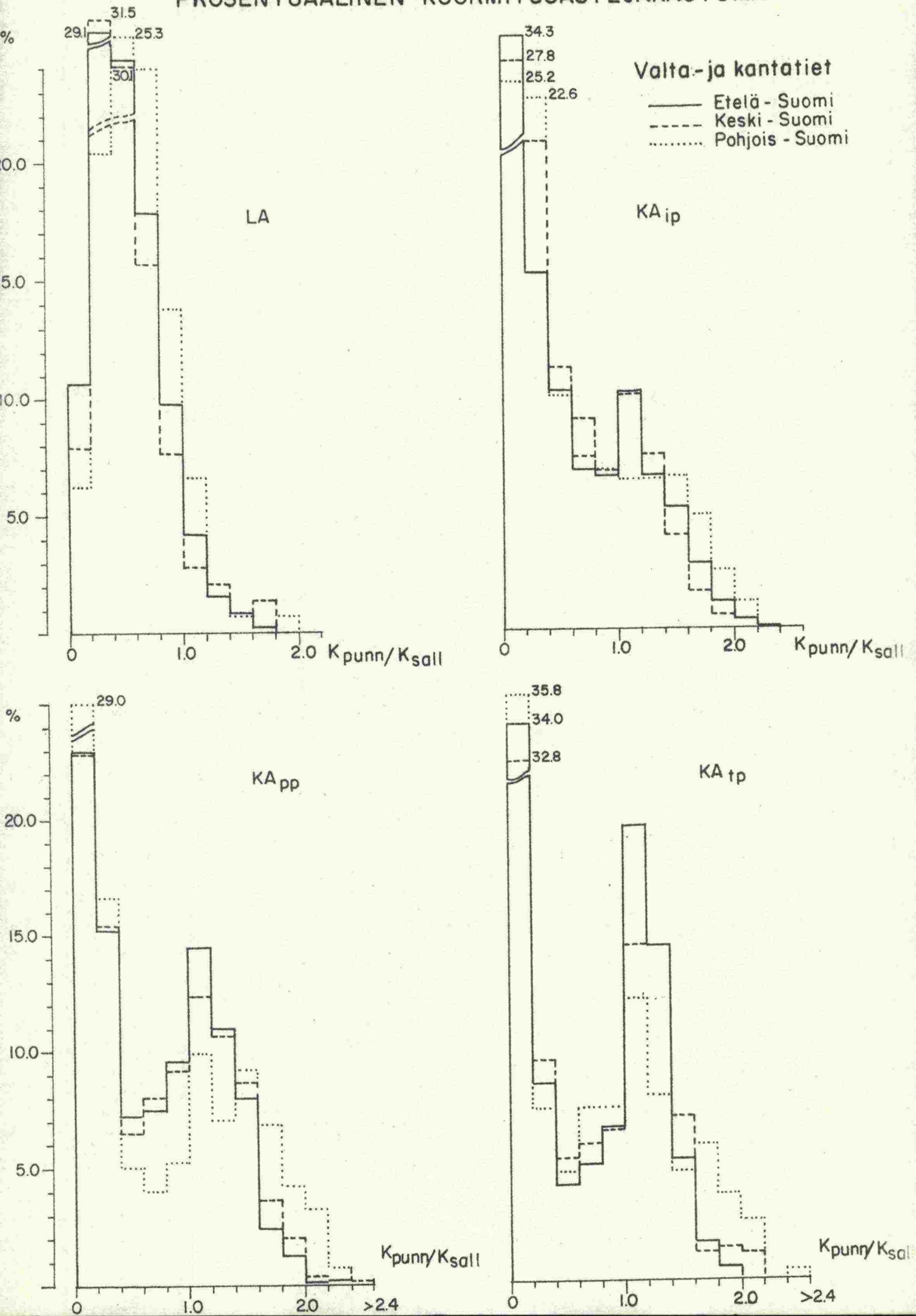
AJONEUVOTYYPIT	YLEISEN LIIKENNELASKENNAN AJONEUVORYHMÄT
1. 	KA _{IP}
2. 	
3. 	KA _{PP}
4. 	
5. 	
6. 	
7. 	KA _{PP} TAI KA _{TP} KUORMITUSTAVASTA RIIPPUEN
8. 	
9. 	
10. 	KA _{TP}
11. 	
12. 	
13. LINJA - AUTOT	LA
14. PAKETTIAUTOT	PA
15. TRAKT.ILMAN PERÄVAUN.	TR
16. TRAKT.JA PERÄVAUNU	

Painotutkimus 1966
Aluejako

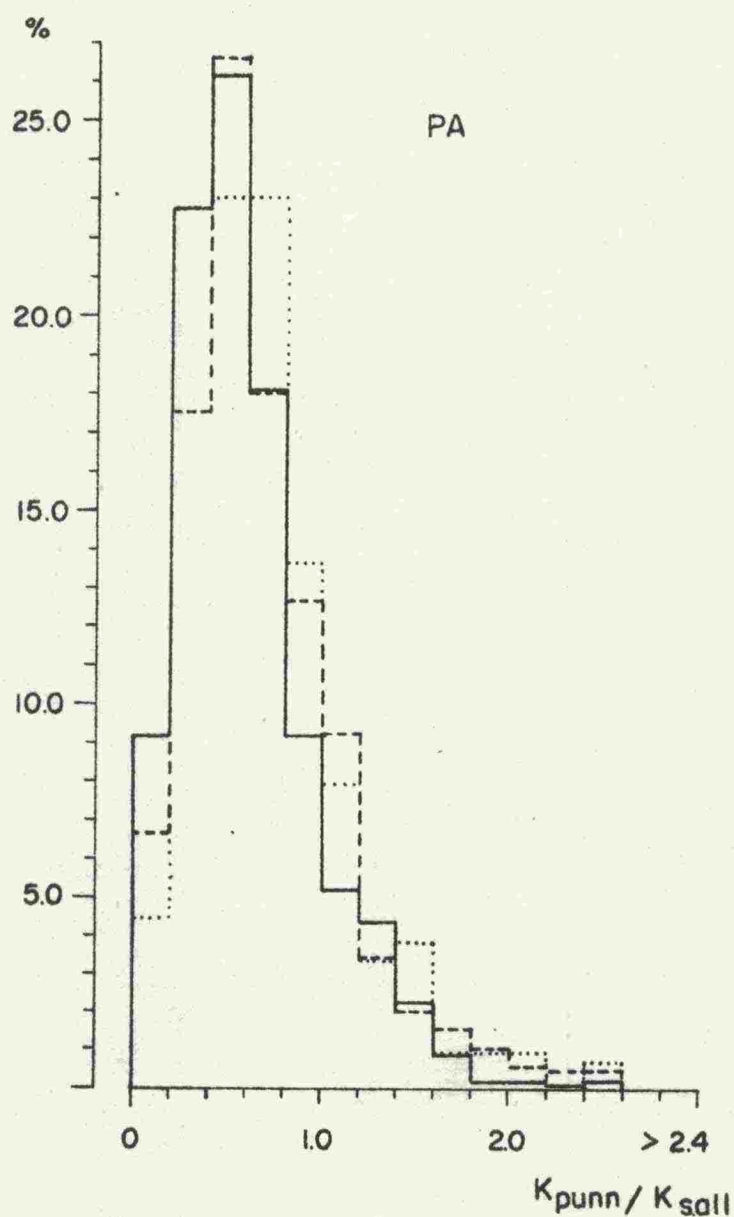
- | | | |
|----|------------------|-------|
| 1 | Uudenmaan | piiri |
| 2 | Turun | " |
| 4 | Hämeen | " |
| 5 | Kymen | " |
| 6 | Mikkelin | " |
| 7 | Pohjois-Karjalan | " |
| 8 | Kuopion | " |
| 9 | Keski-Suomen | " |
| 10 | Vaasan | " |
| 11 | Keski Pohjanmaan | " |
| 12 | Oulun | " |
| 13 | Kainuun | " |
| 14 | Lapin | " |



Painotutkimus 1966
PROSENTUAALINEN KUORMITUSASTEJAKAUTUMA

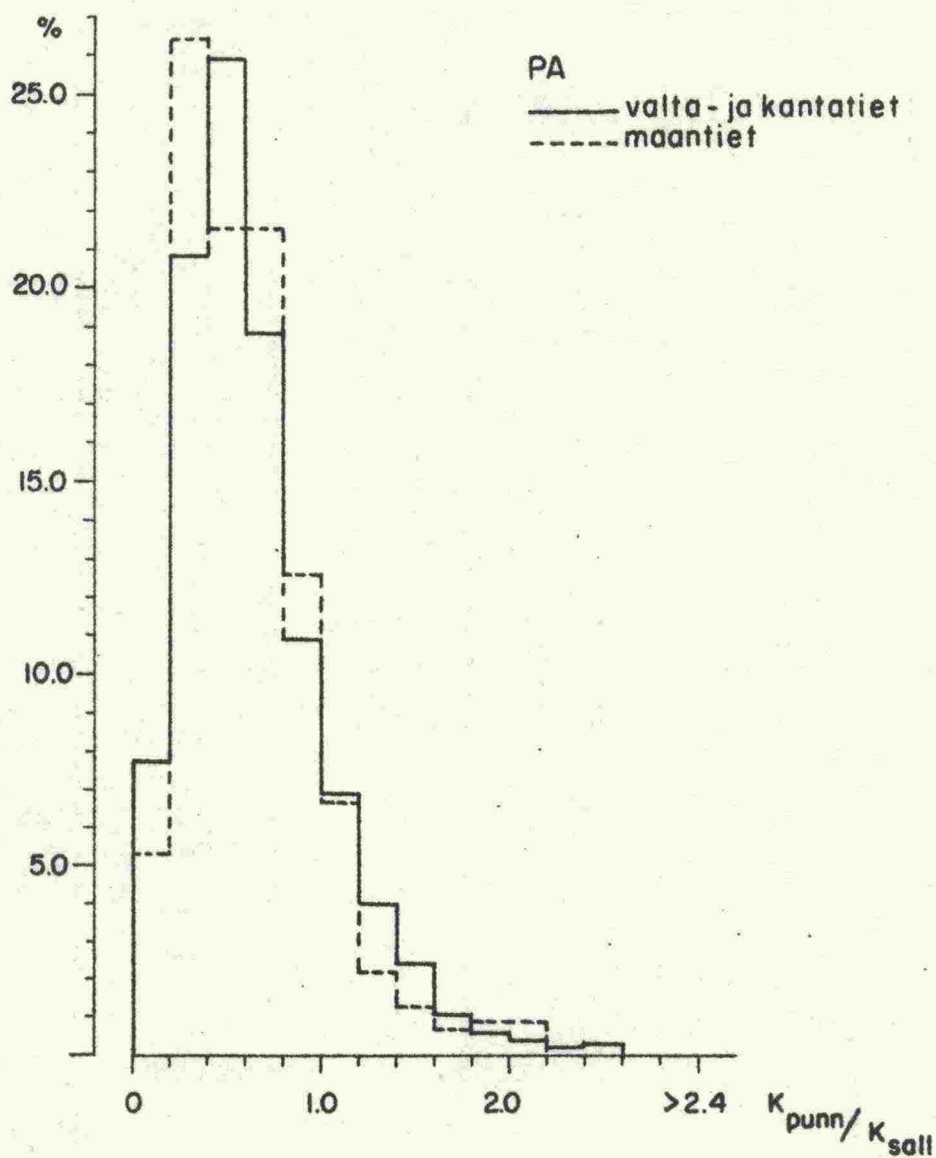


Painotutkimus 1966
PROSENTUAALINEN KUORMITUSASTEJAKAUTUMA
valta - ja kantatiet



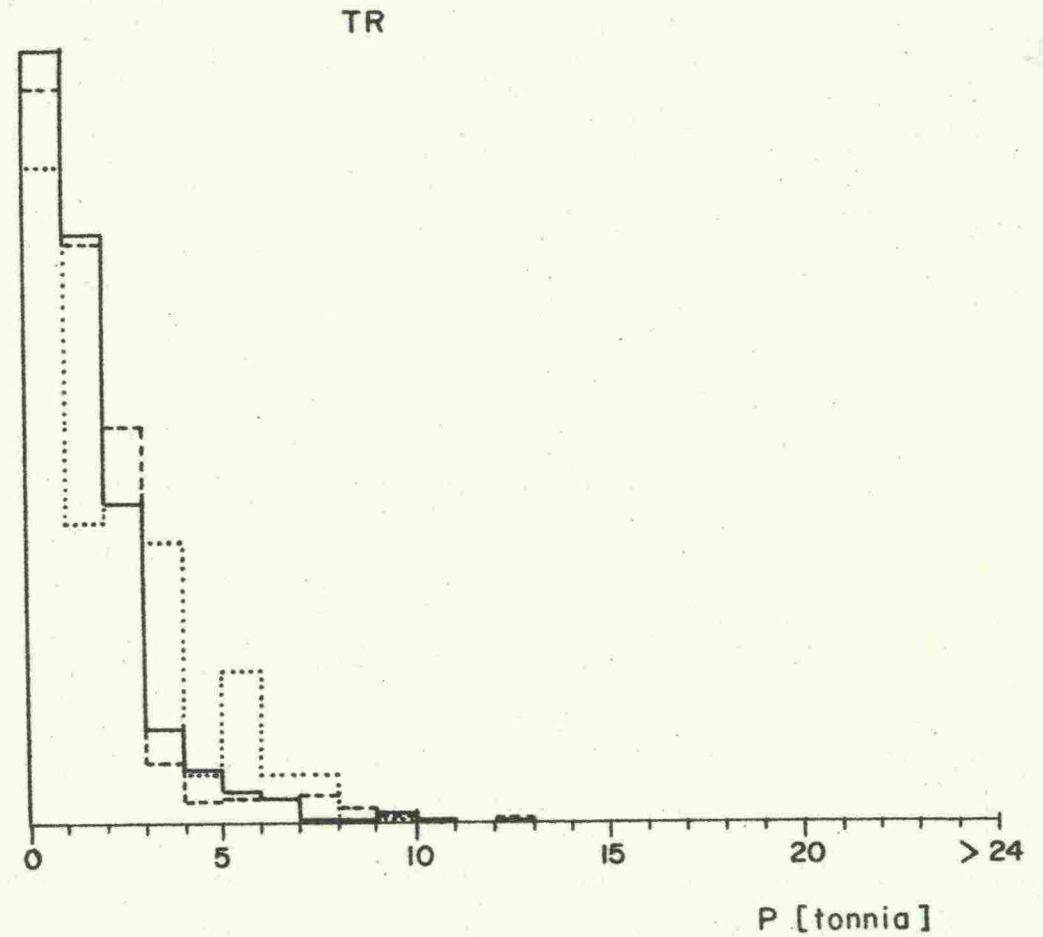
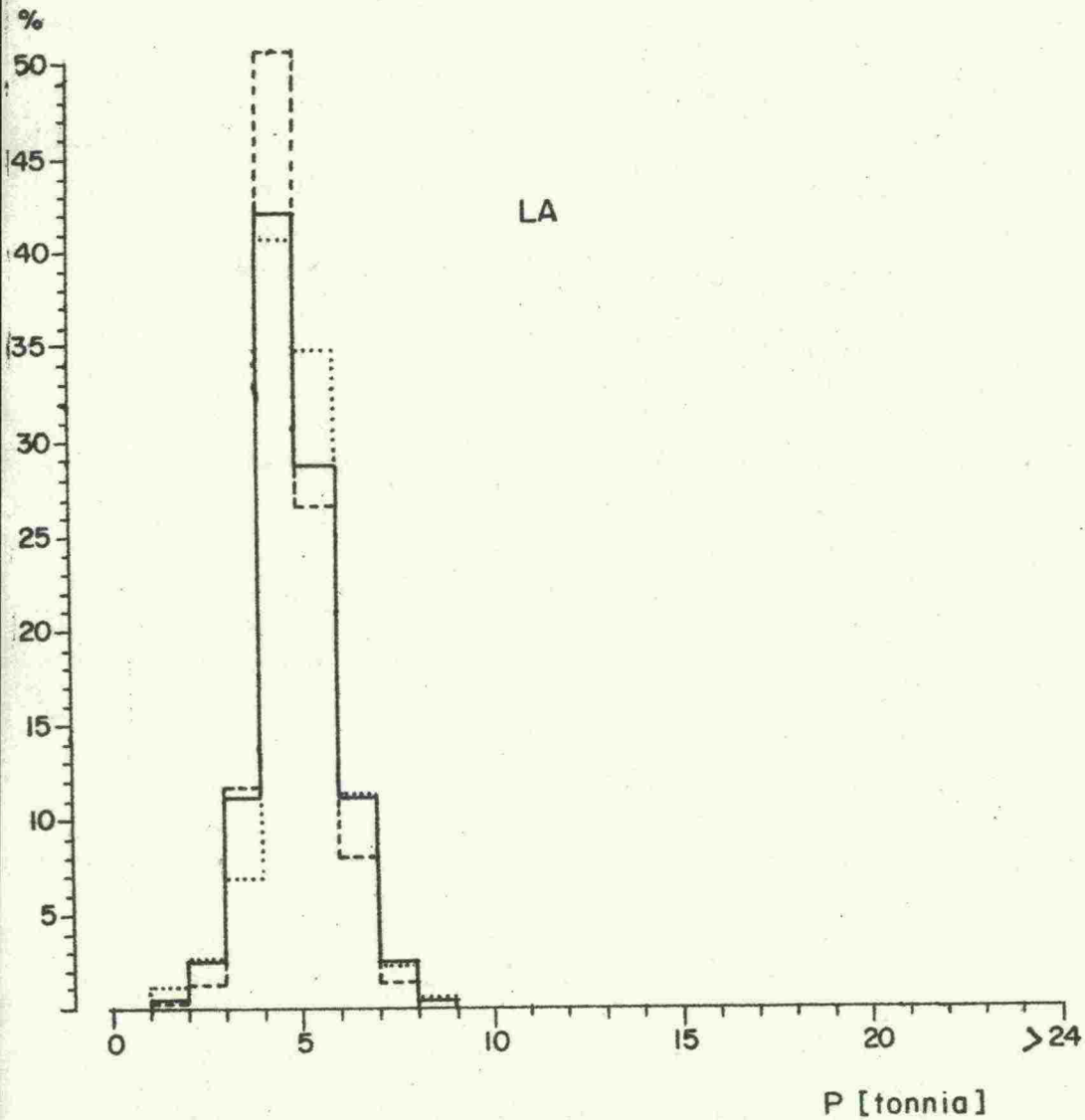
— Etelä - Suomi
- - - Keski - Suomi
..... Pohjois - Suomi

Painotutkimus 1966
 PROSENTUAALINEN KUORMITUSASTEJAKAUTUMA
 Alue : koko maa



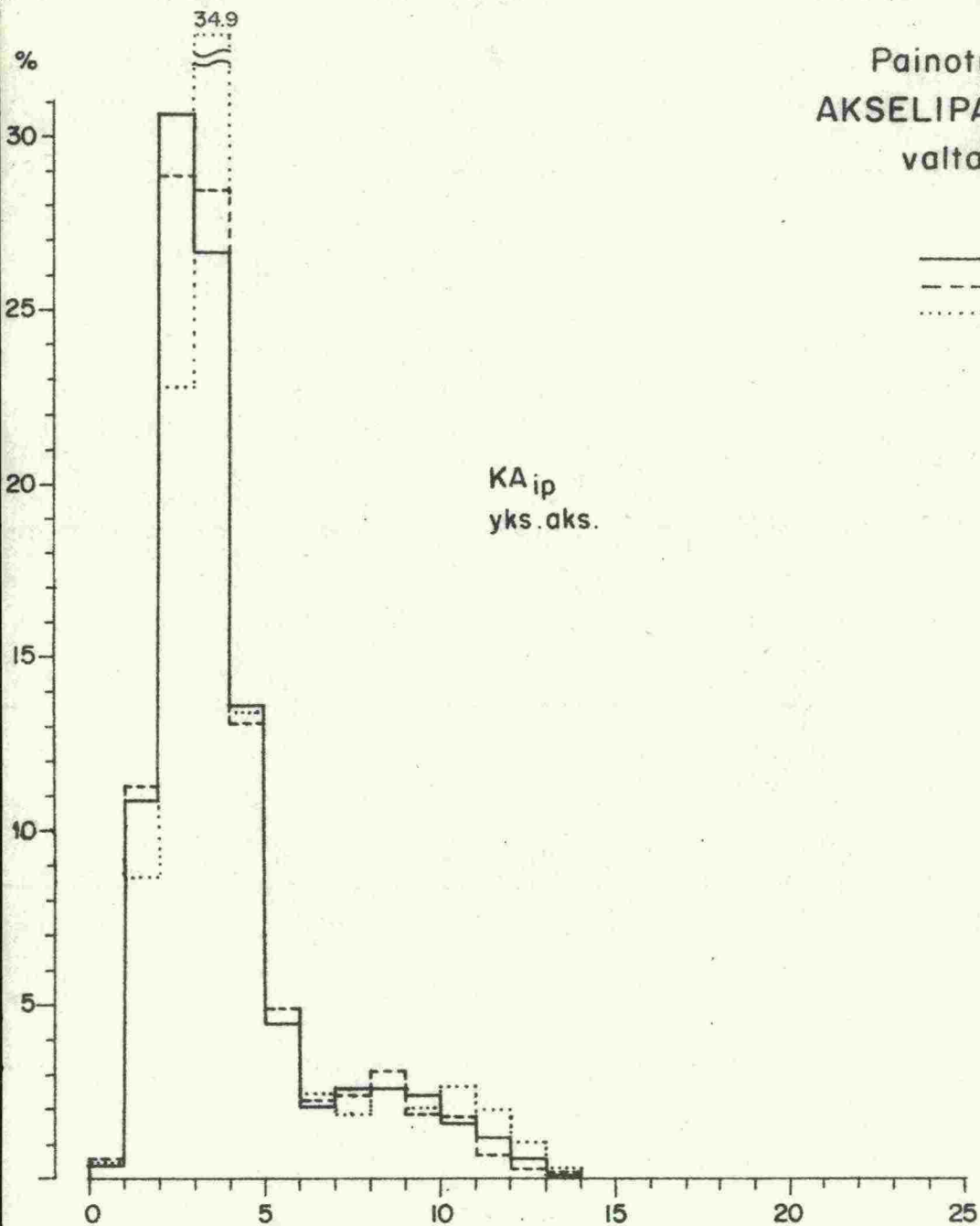
Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
valta- ja kantatiet

— Etelä - Suomi
- - - Keski - Suomi
..... Pohjois - Suomi

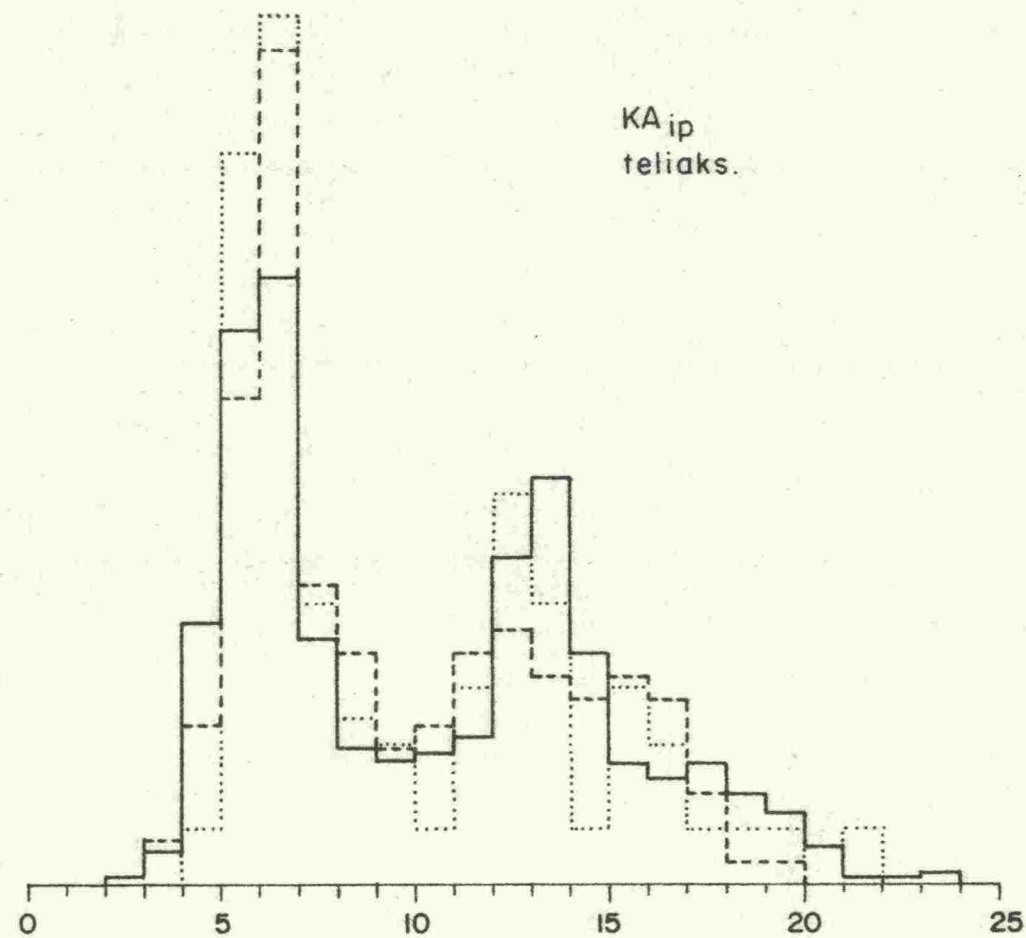


Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
valta- ja kantatiet

— Etelä - Suomi
- - - Keski - Suomi
... Pohjois - Suomi

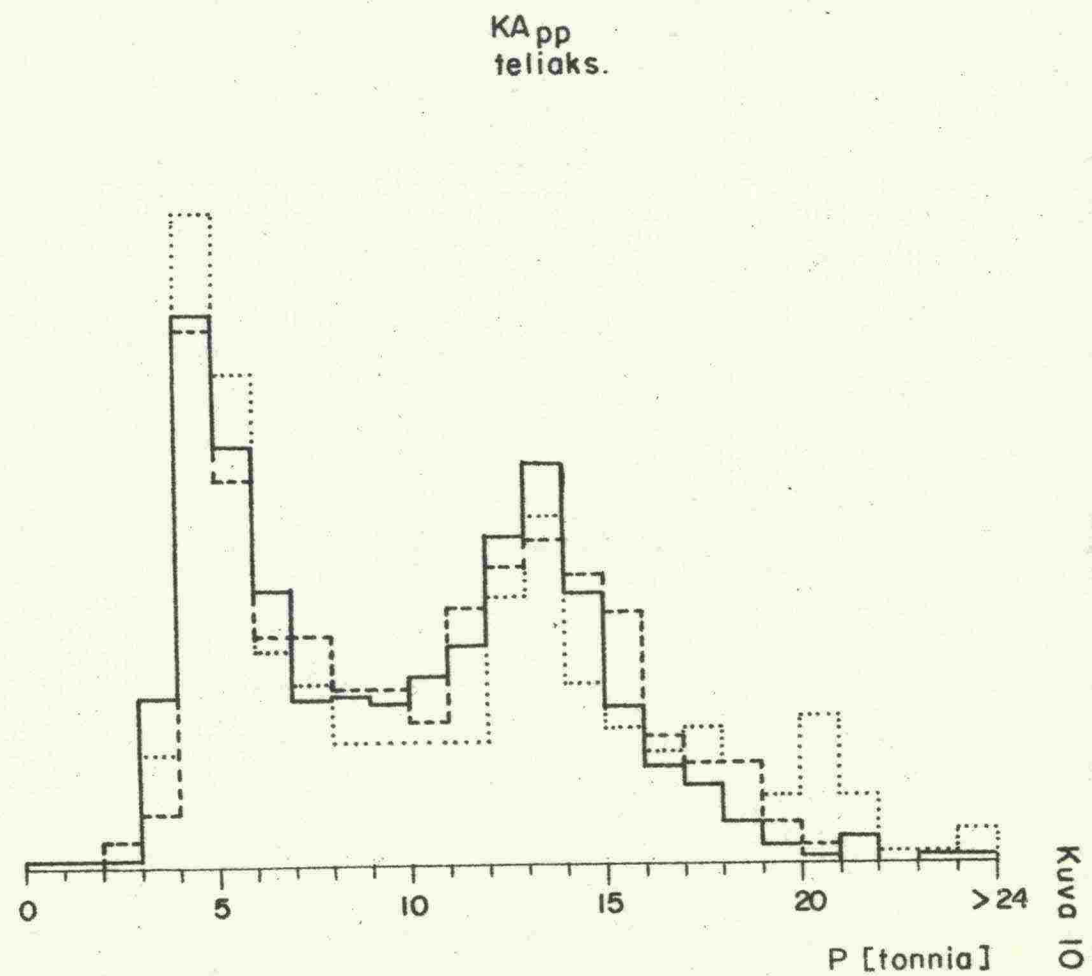
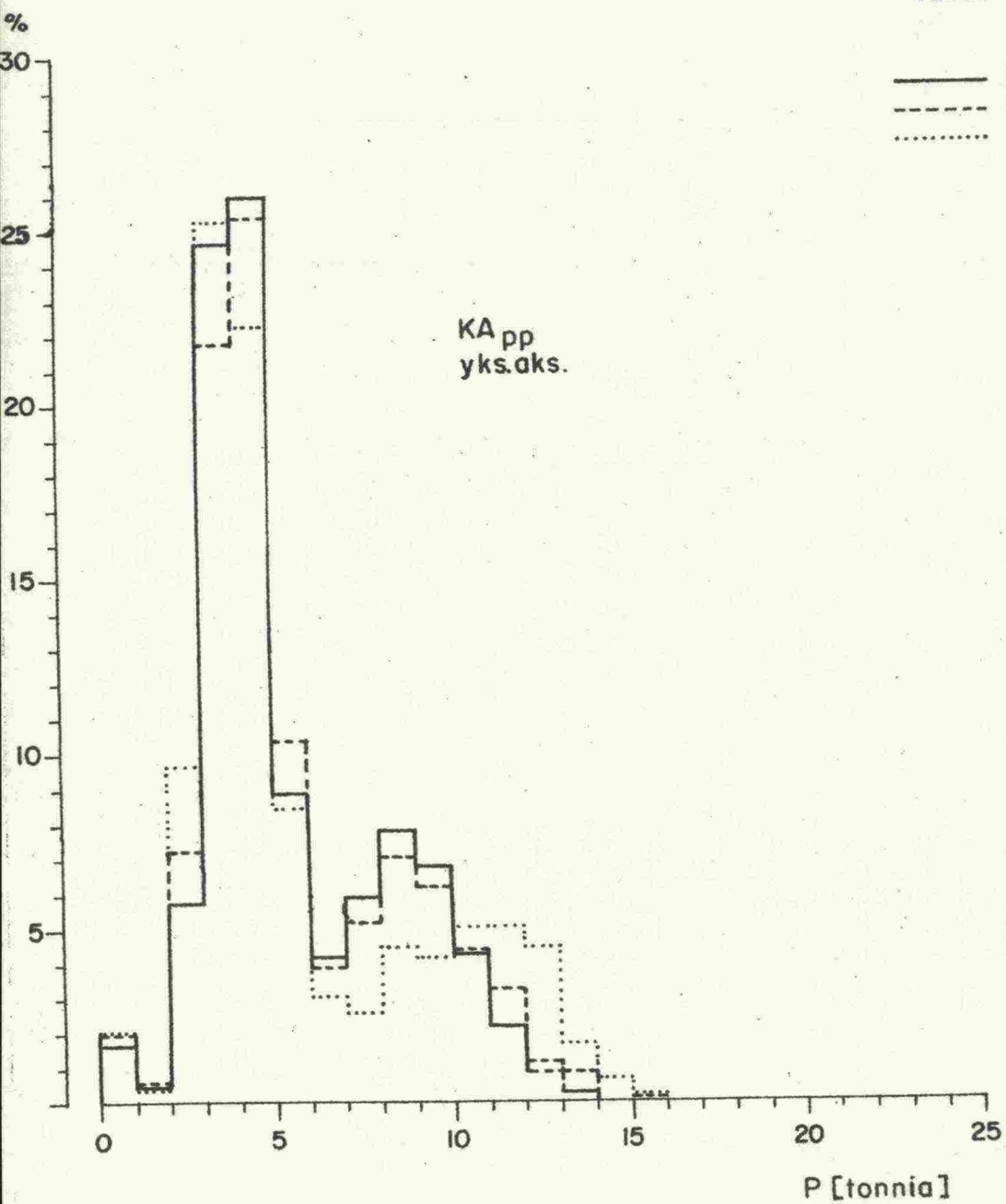


P [tonnia]

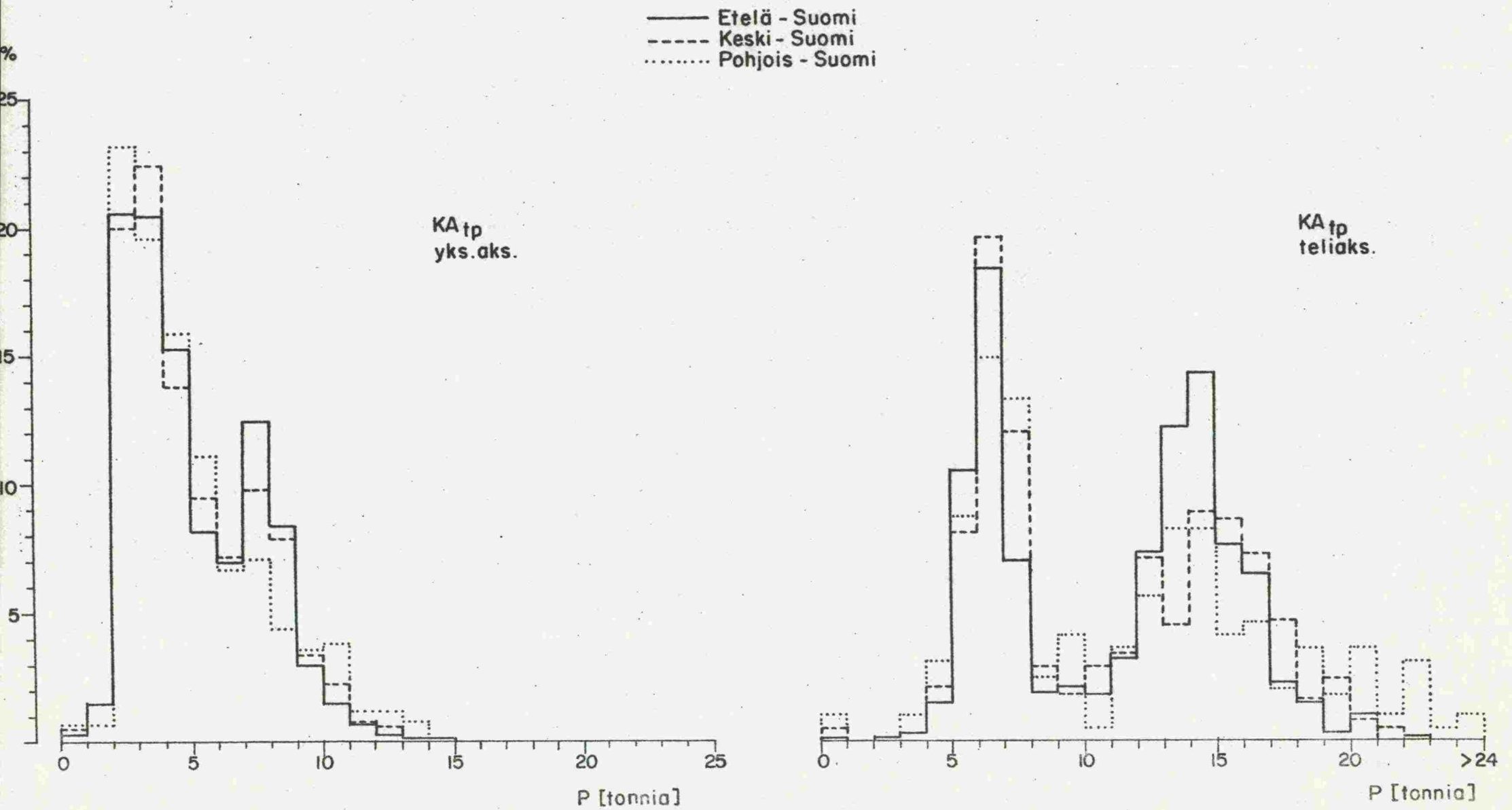


P [tonnia]

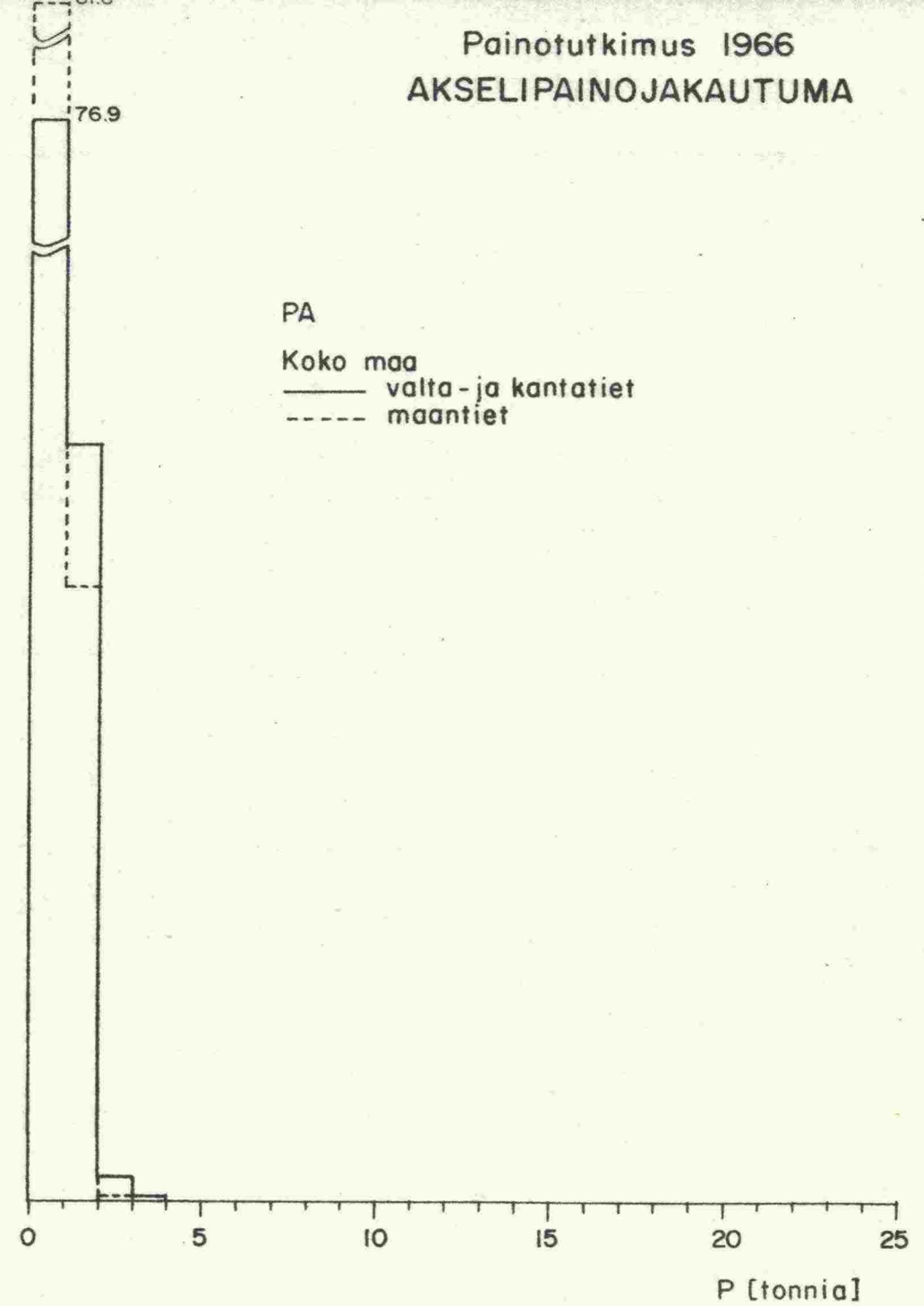
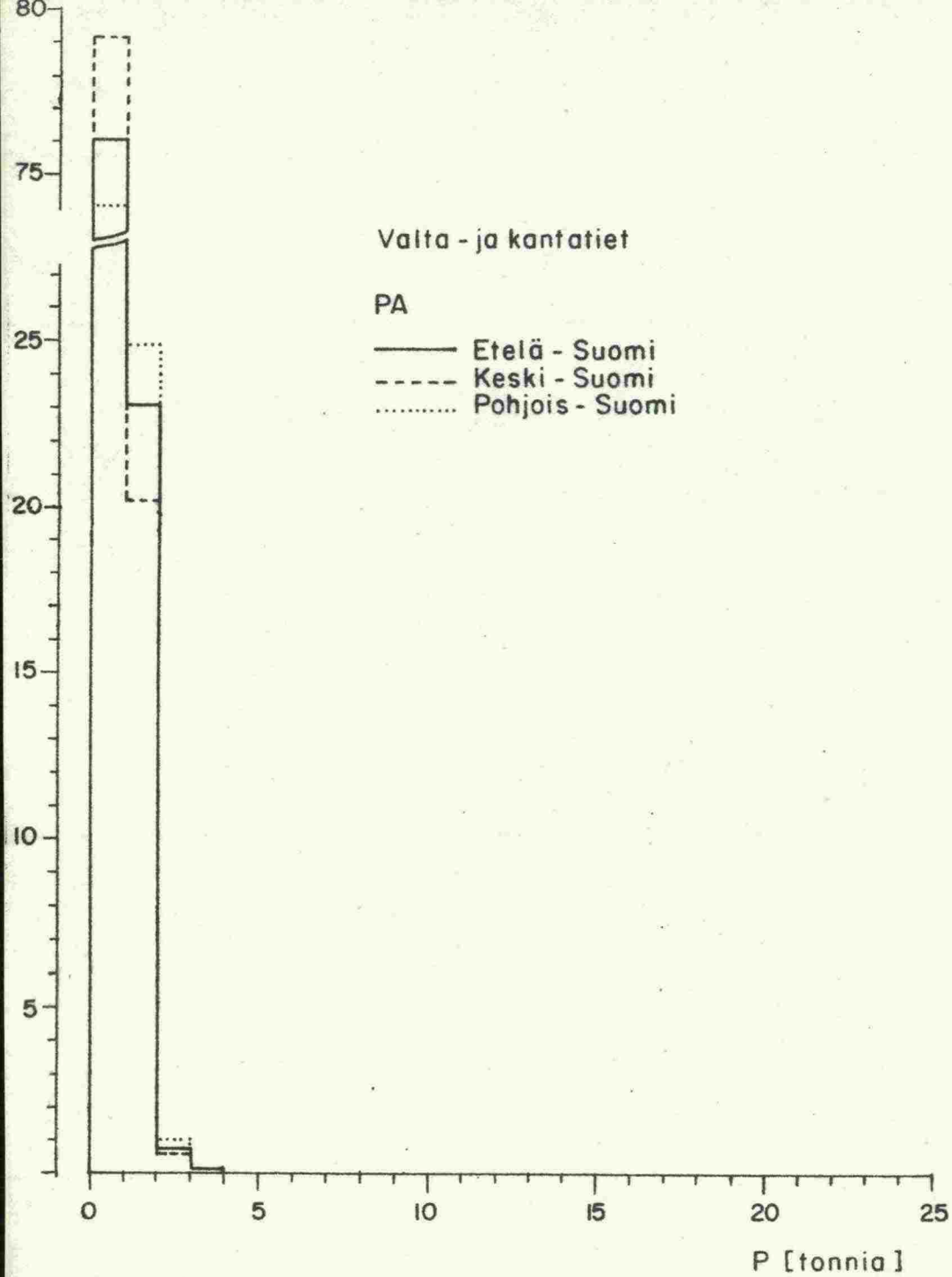
Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
valta- ja kantatiet



Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
valta- ja kantatiet

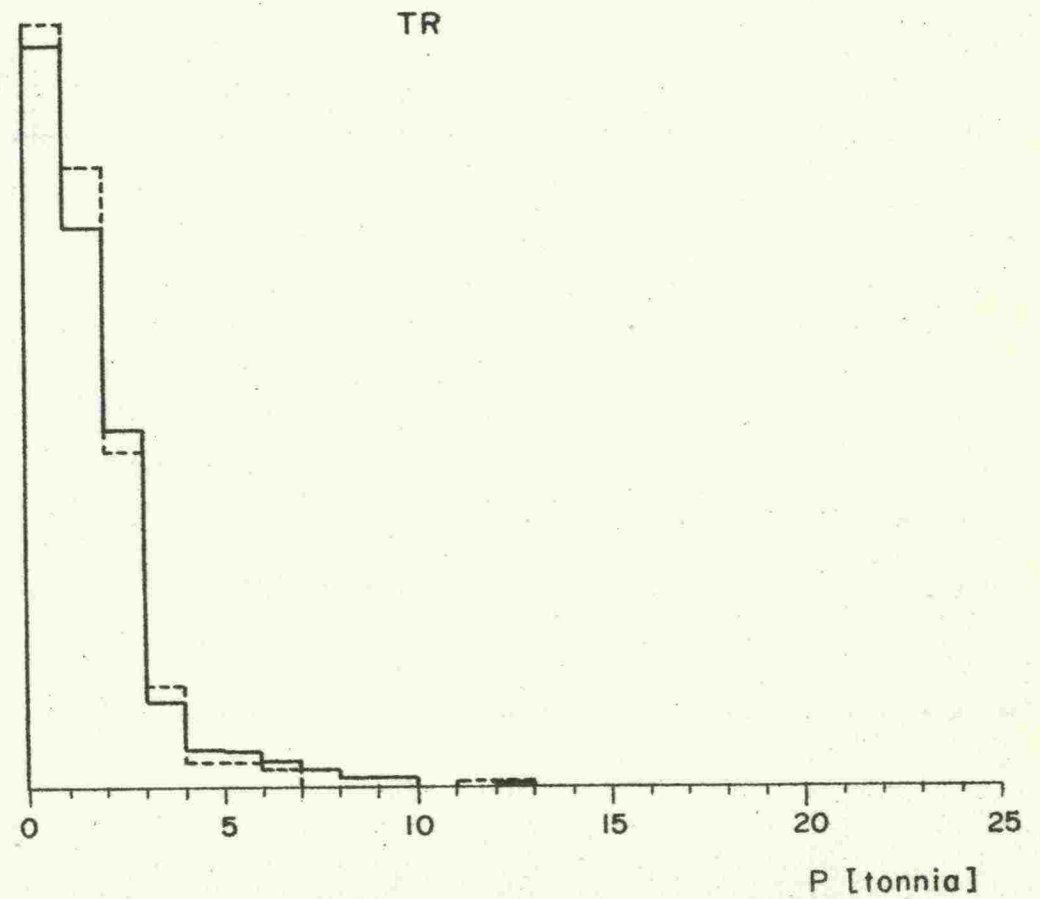
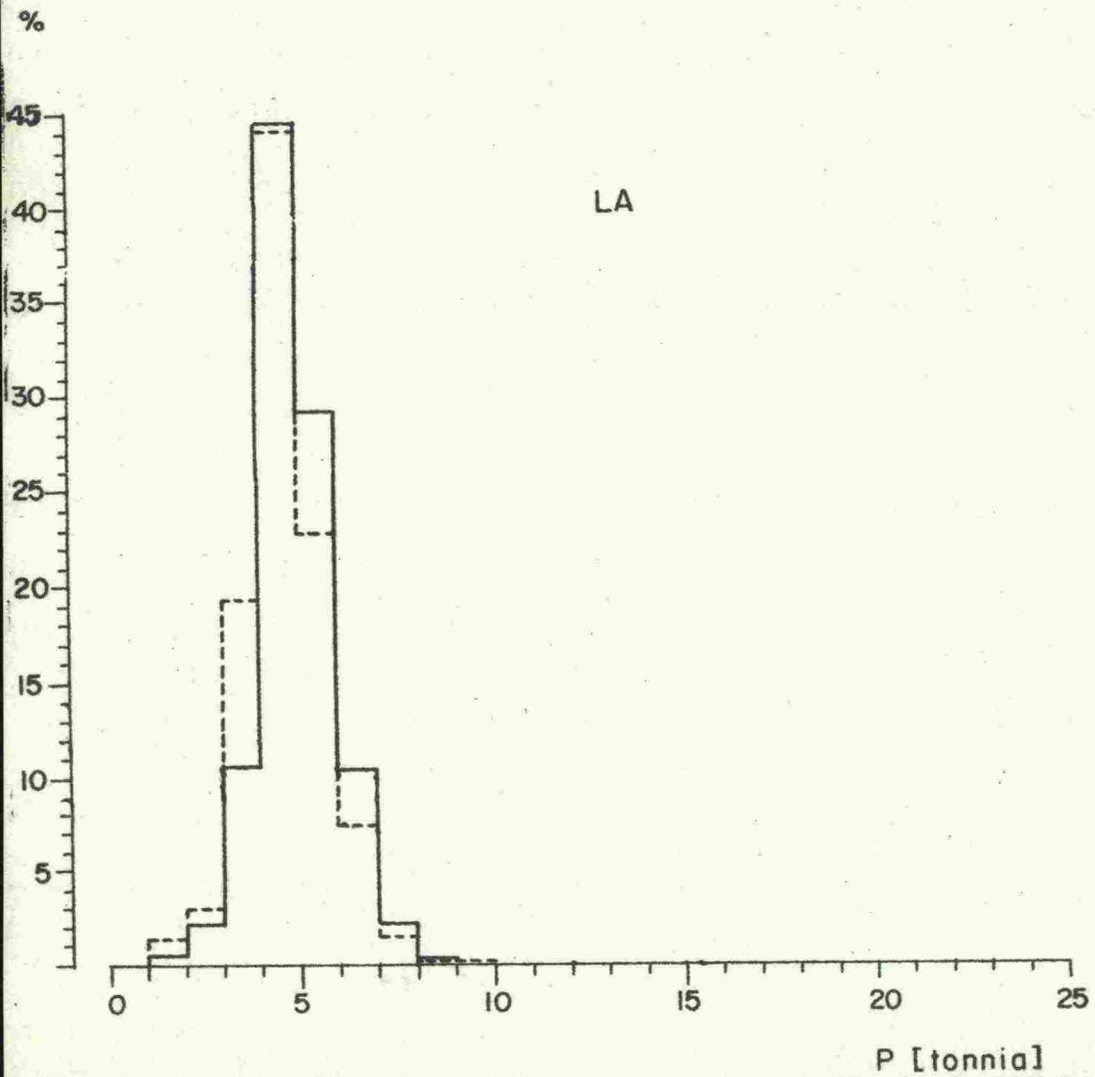


Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA



Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
Alue: koko maa

— valta- ja kantatiet
- - - maantiet

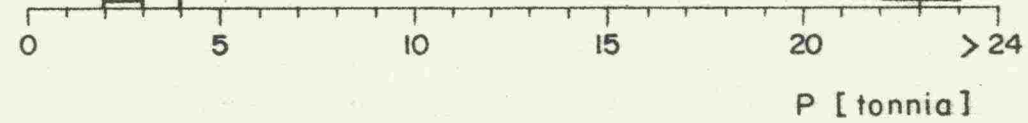


Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
Alue: koko maa

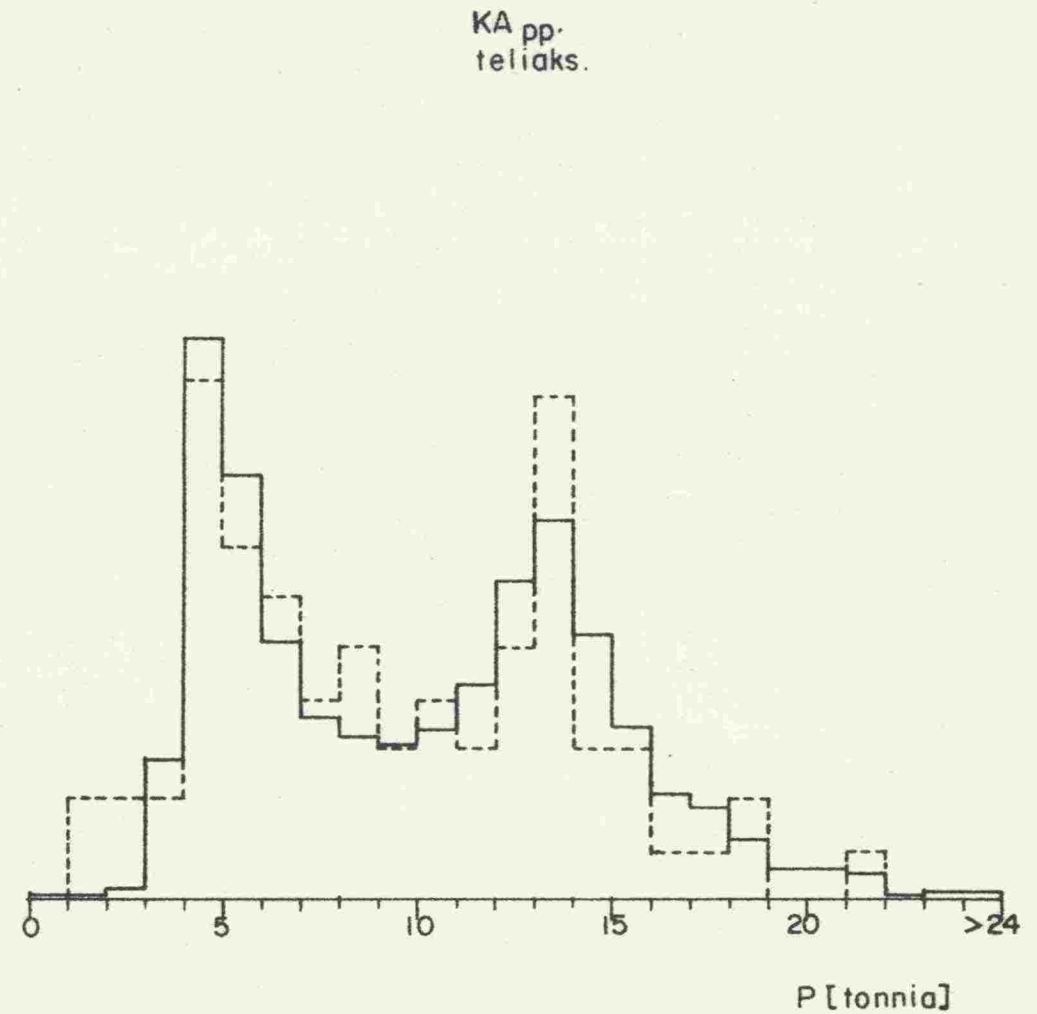
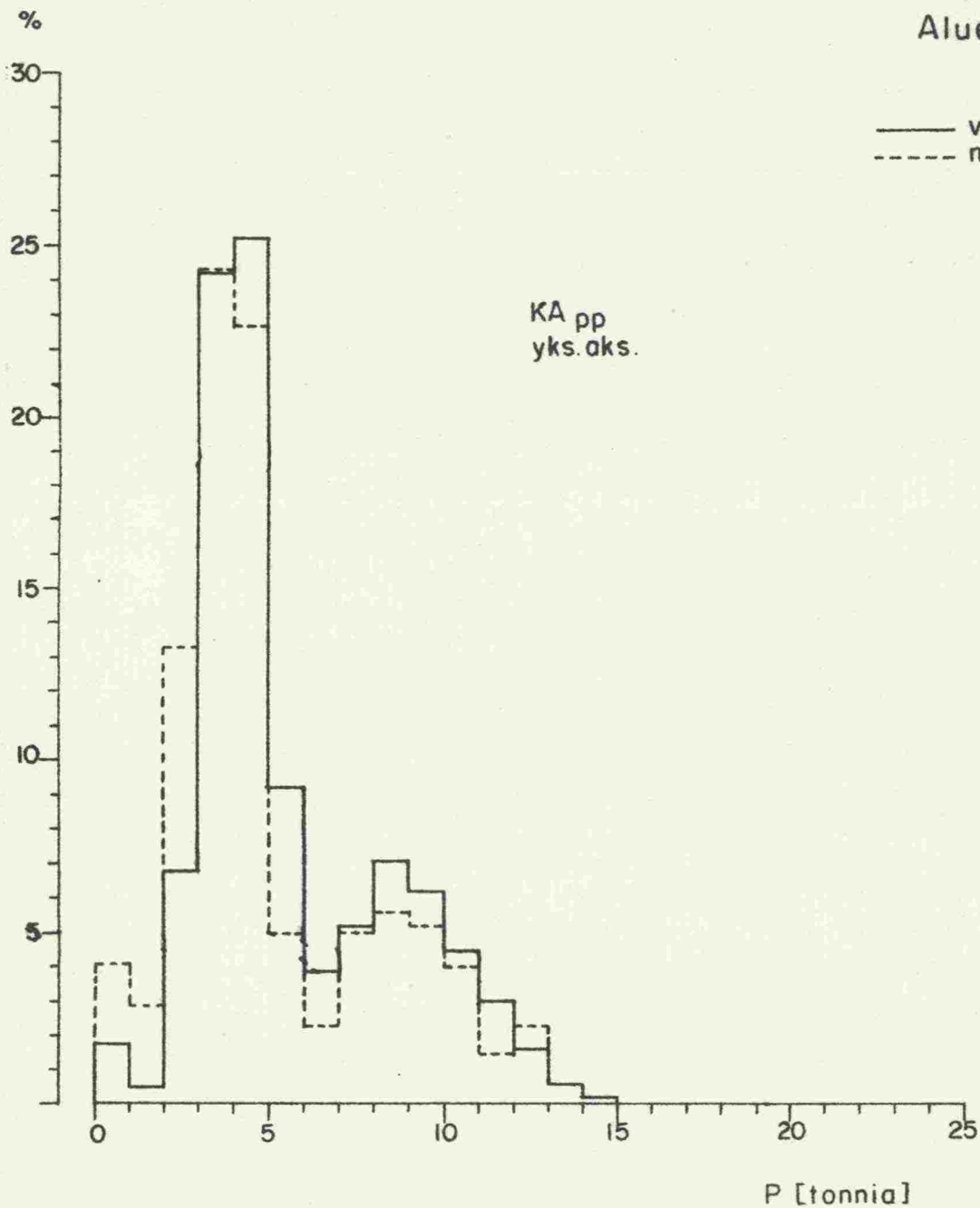
— valta- ja kantatiet
- - - maantiet

KA ip
yks. aks.

KA ip
teliaks.



Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
Alue: koko maa



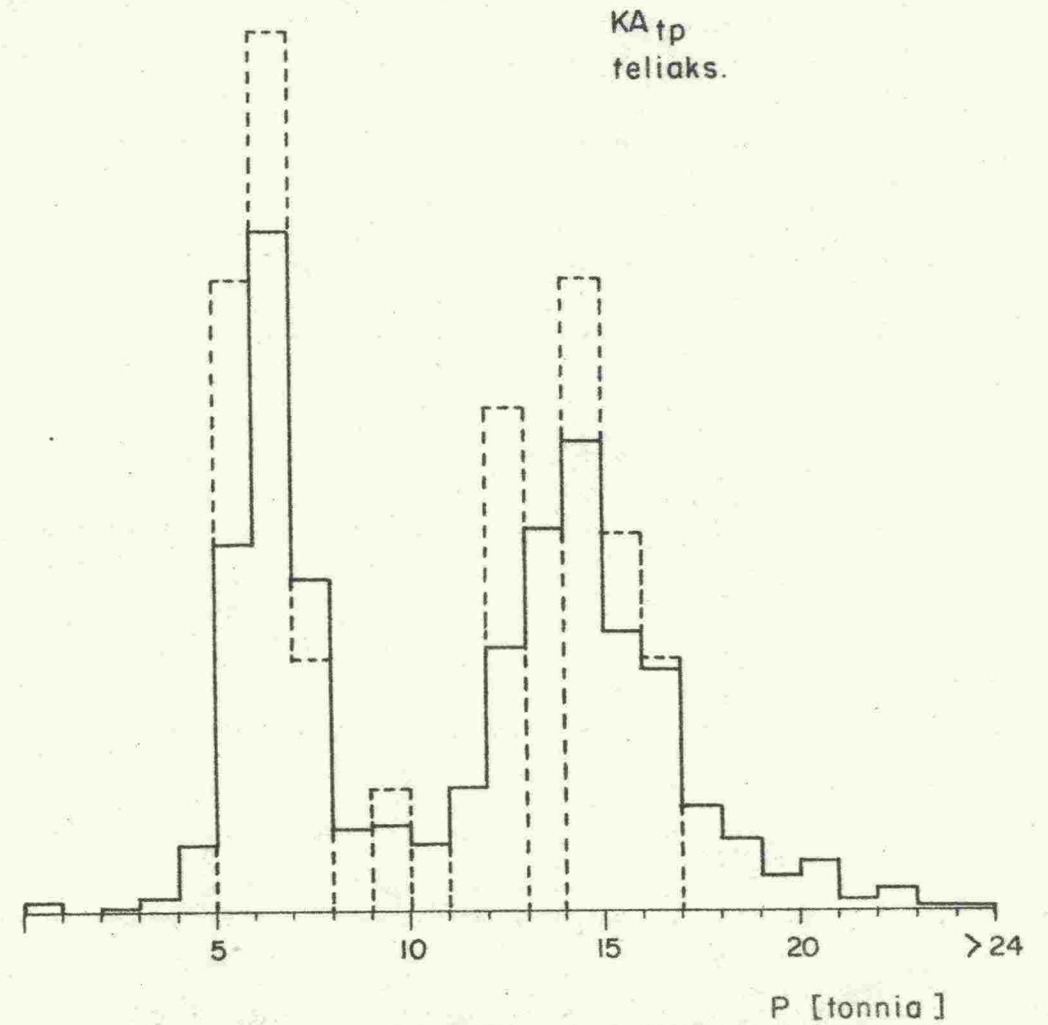
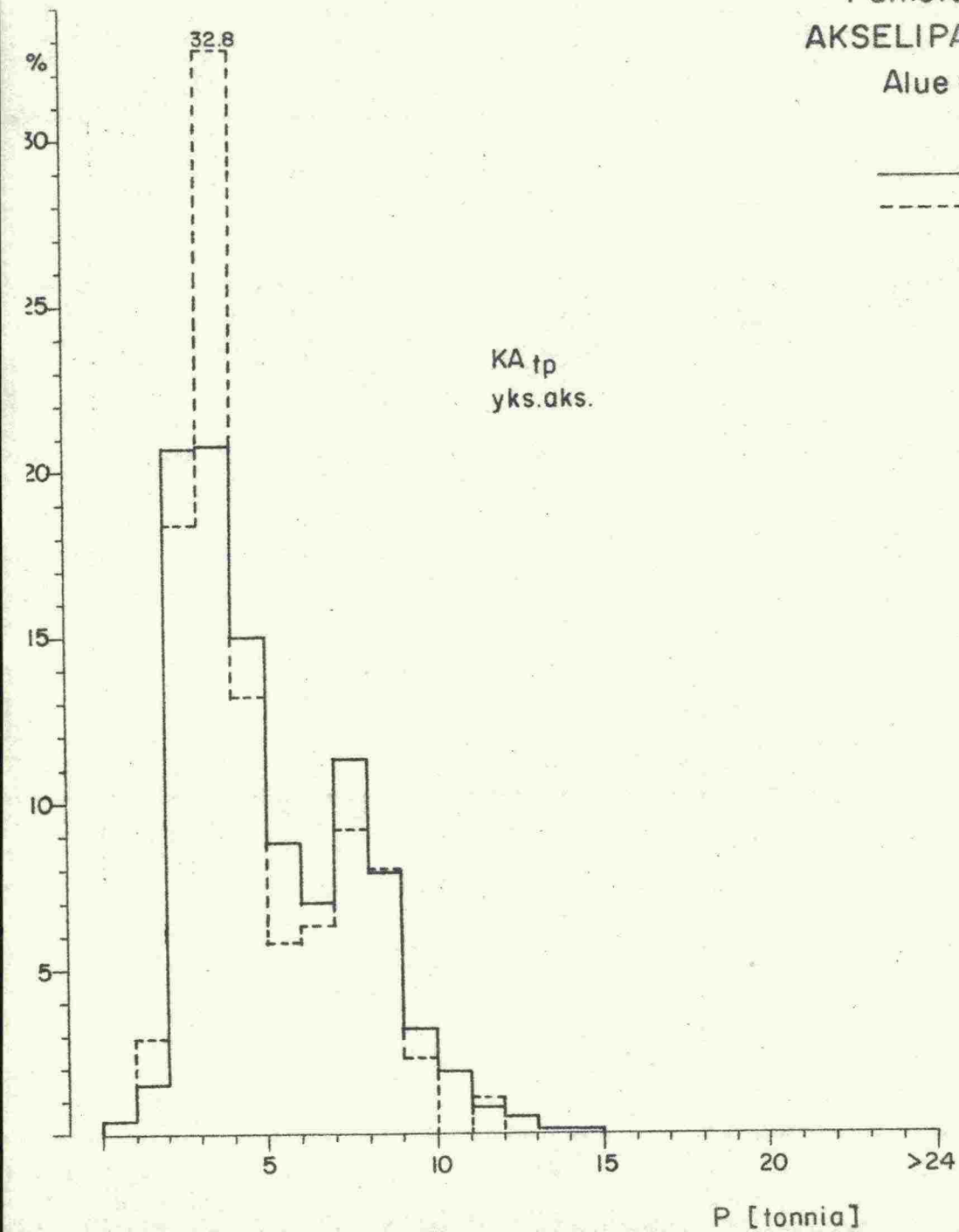
Painotutkimus 1966 AKSELIPAINOJAKAUTUMA

Alue: Koko maa

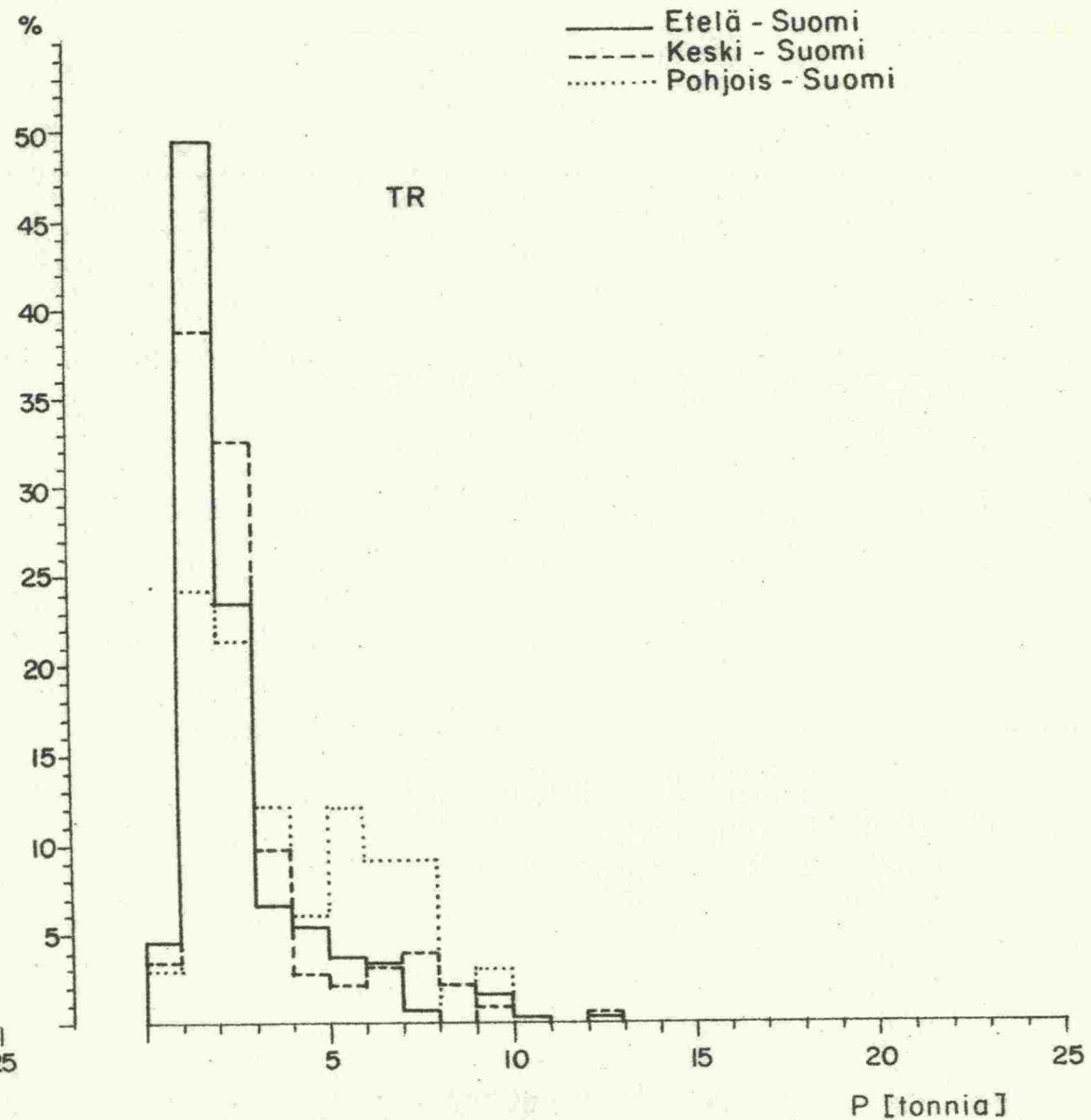
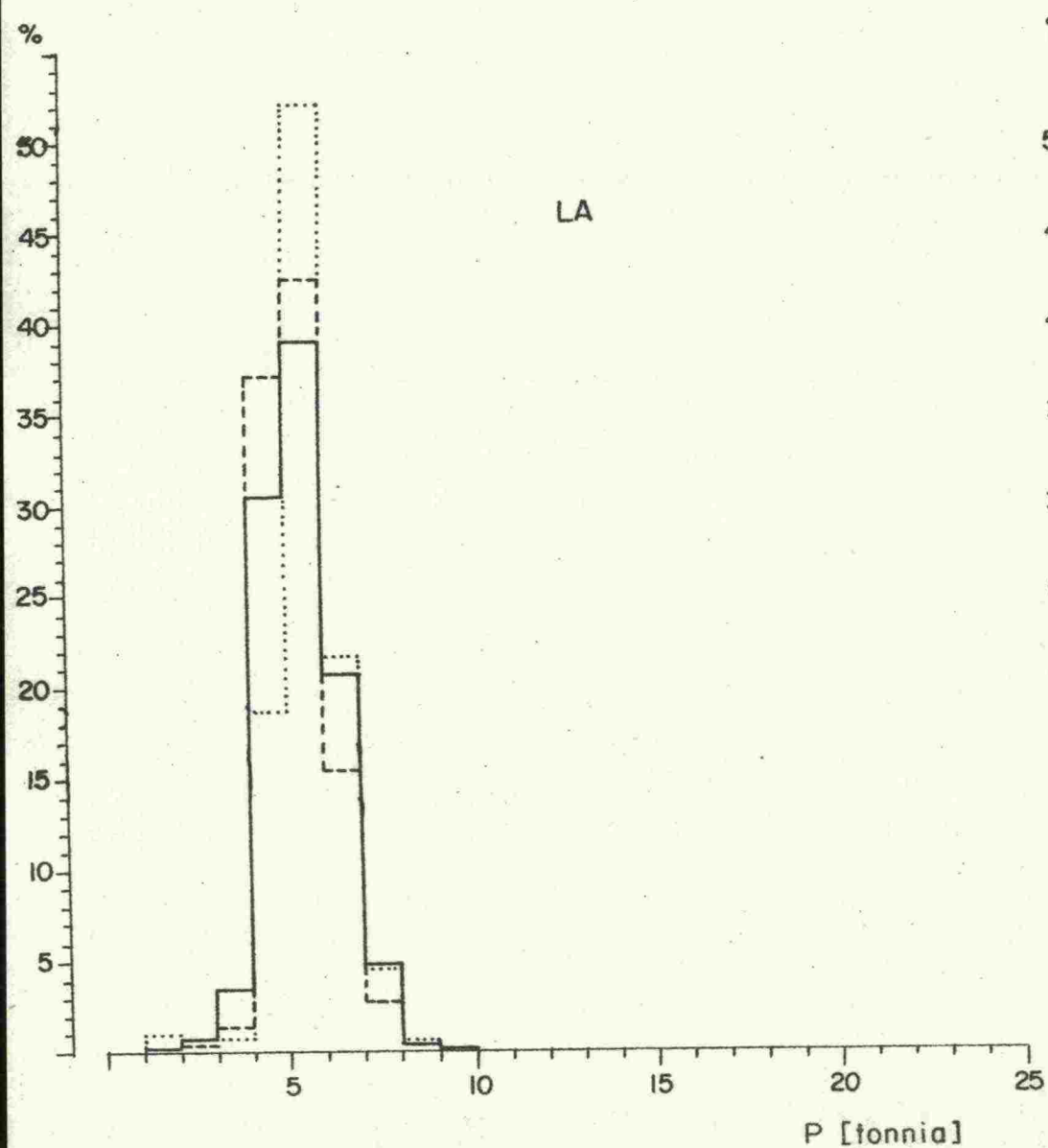
— valta- ja kantatiet
- - - maantiet

KA_{tp}
yks.aks.

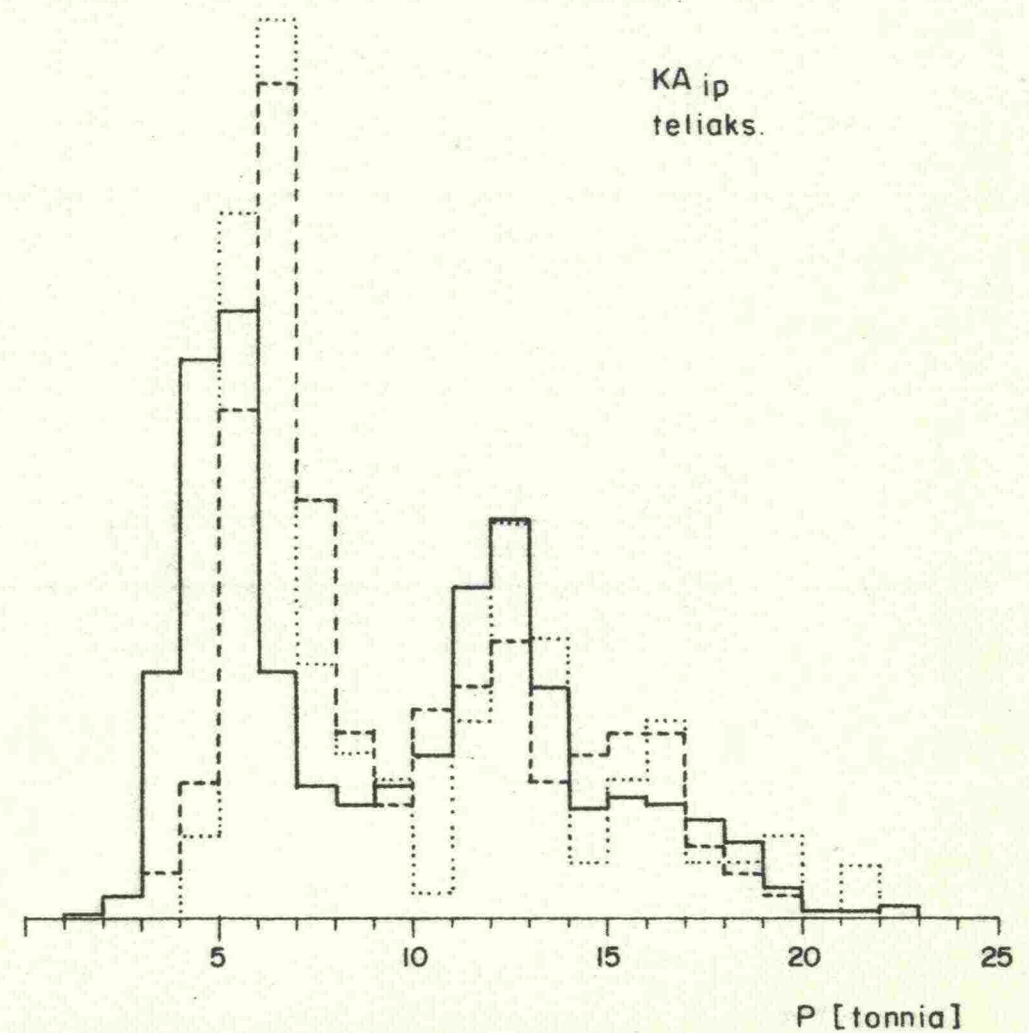
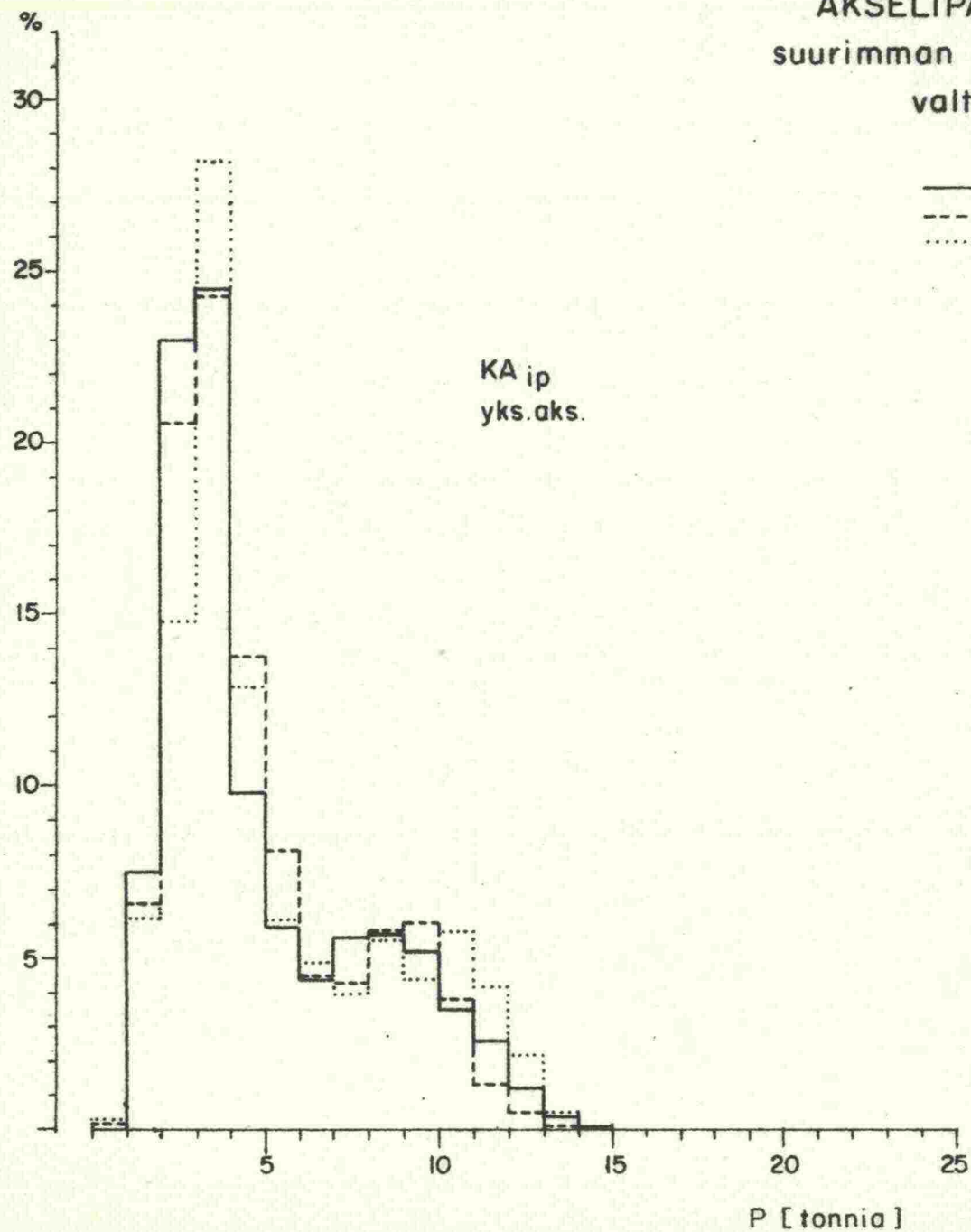
KA_{tp}
teliaks.



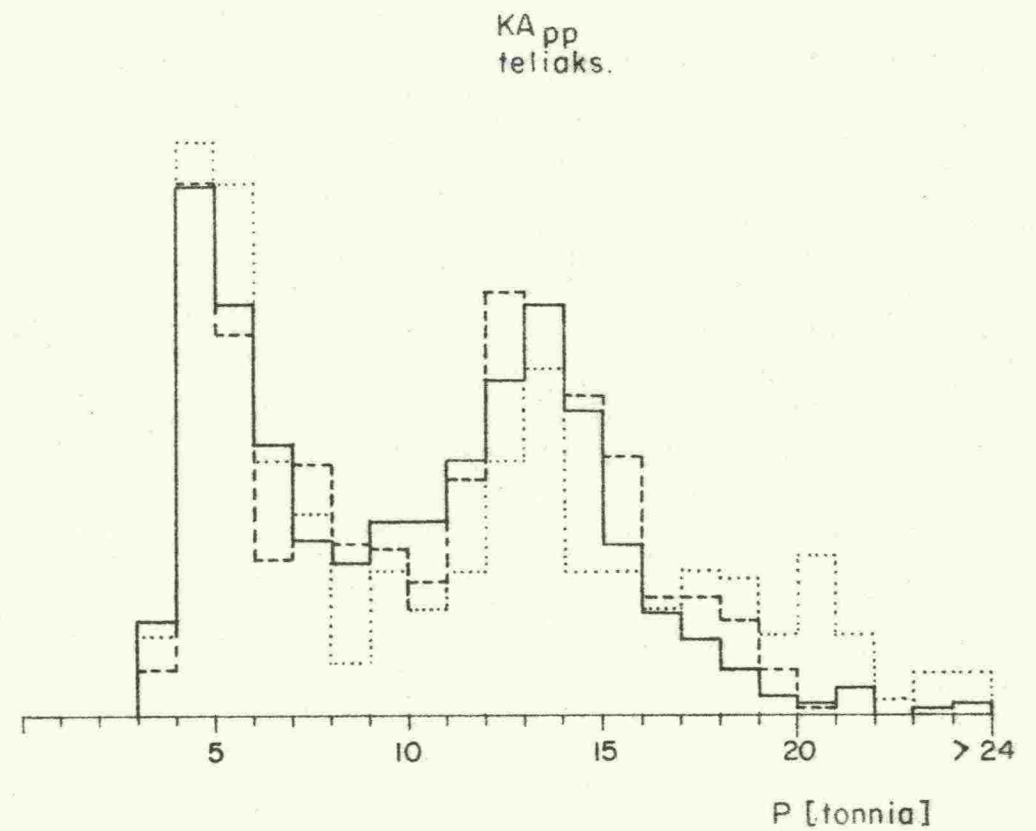
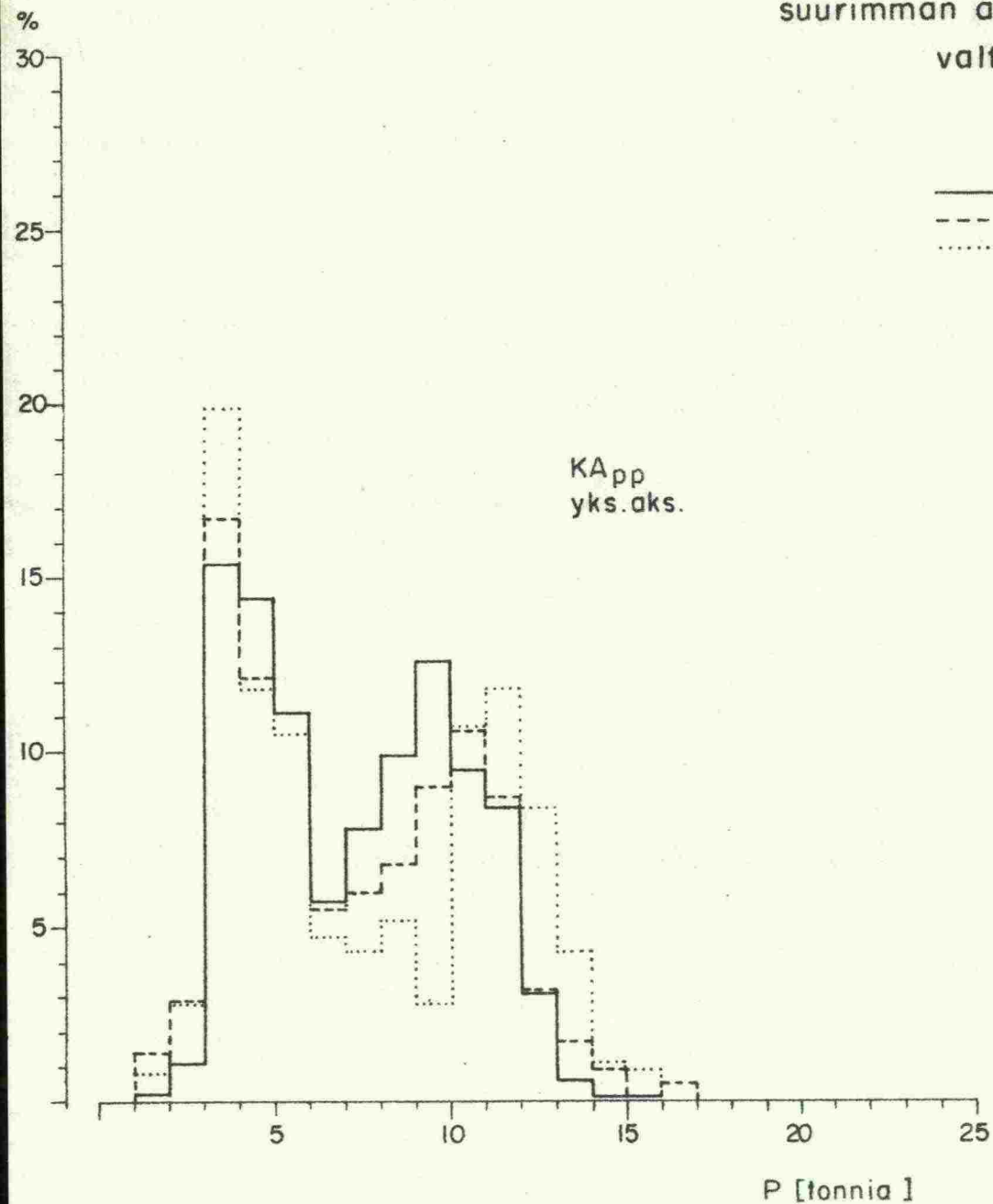
Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
suurimman akselipainon mukaan
valta- ja kantatiet



Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
suurimman akselipainon mukaan
valta- ja kantatiet

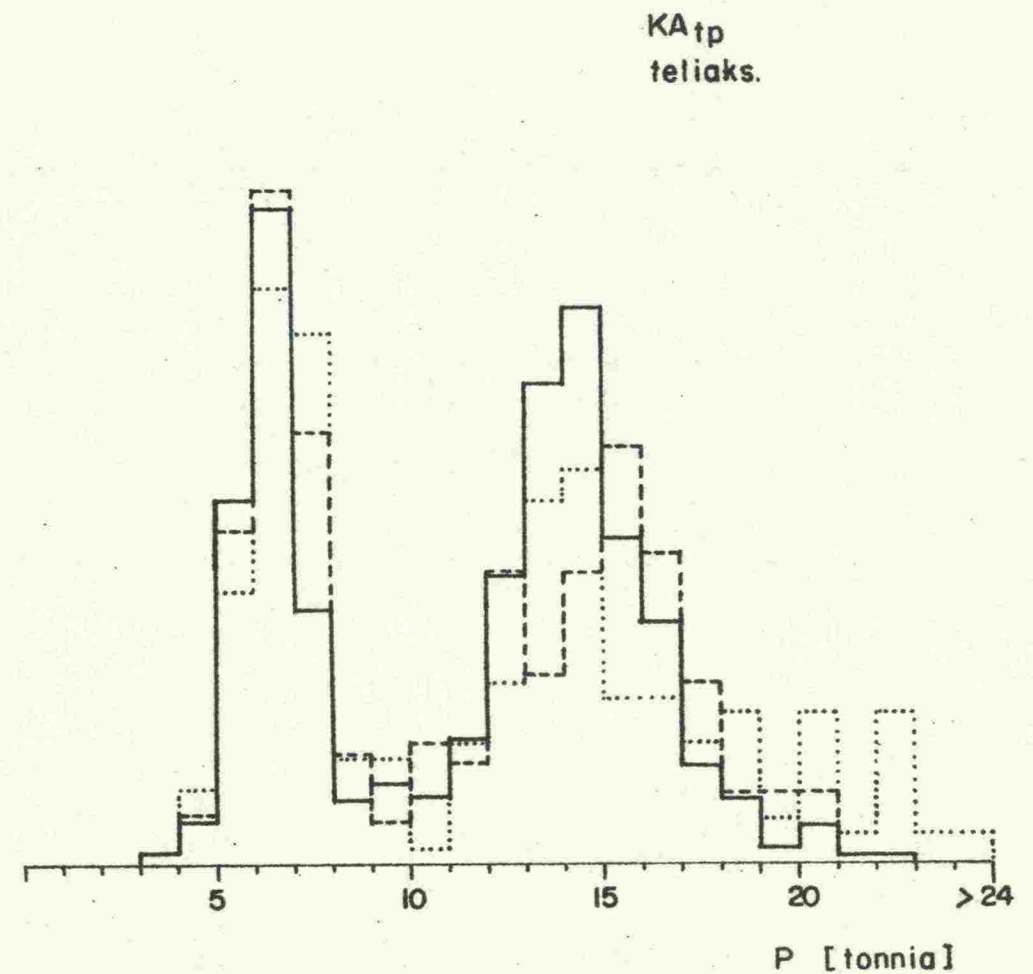
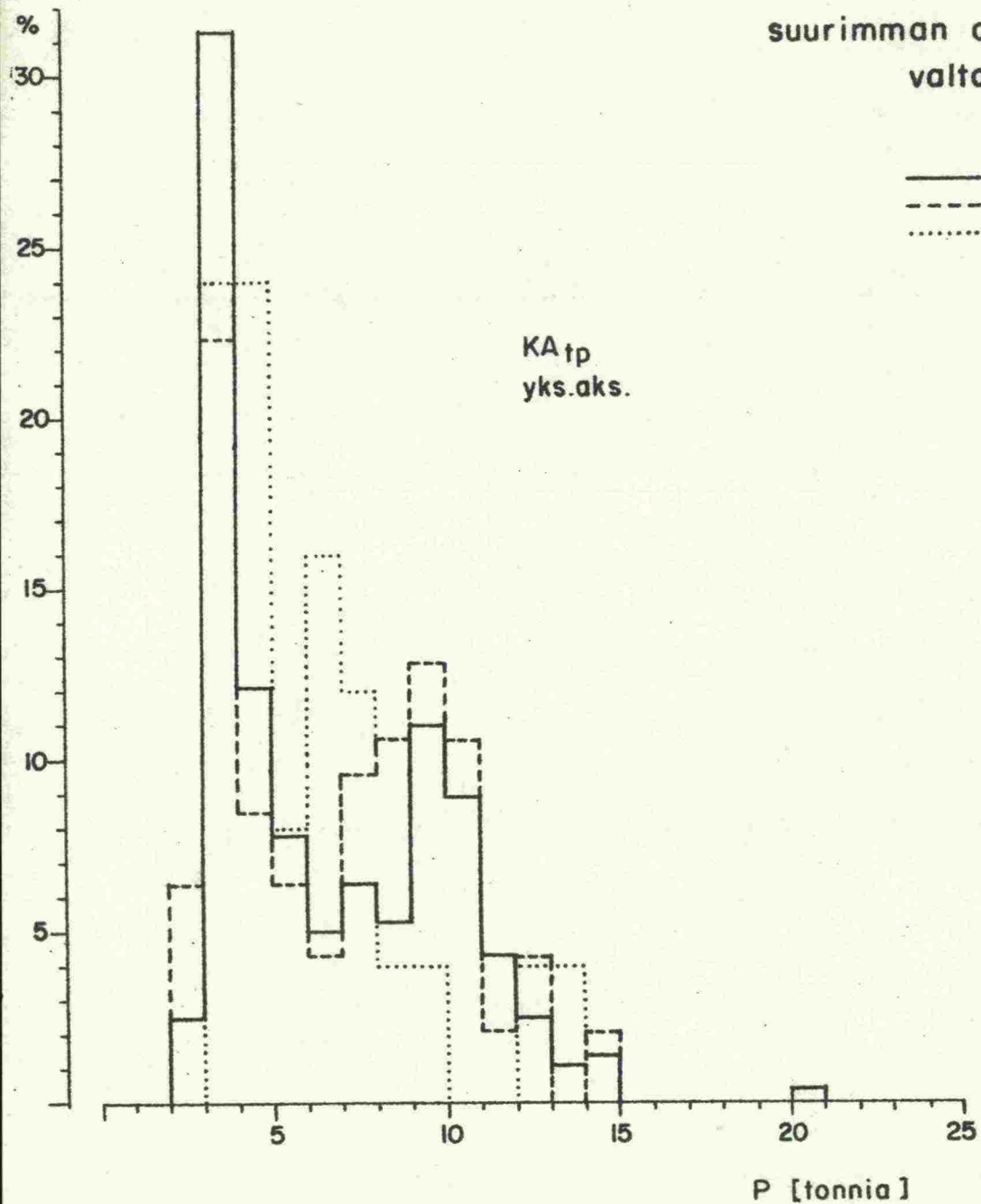


Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
suurimman akselipainon mukaan
valta- ja kantatiet

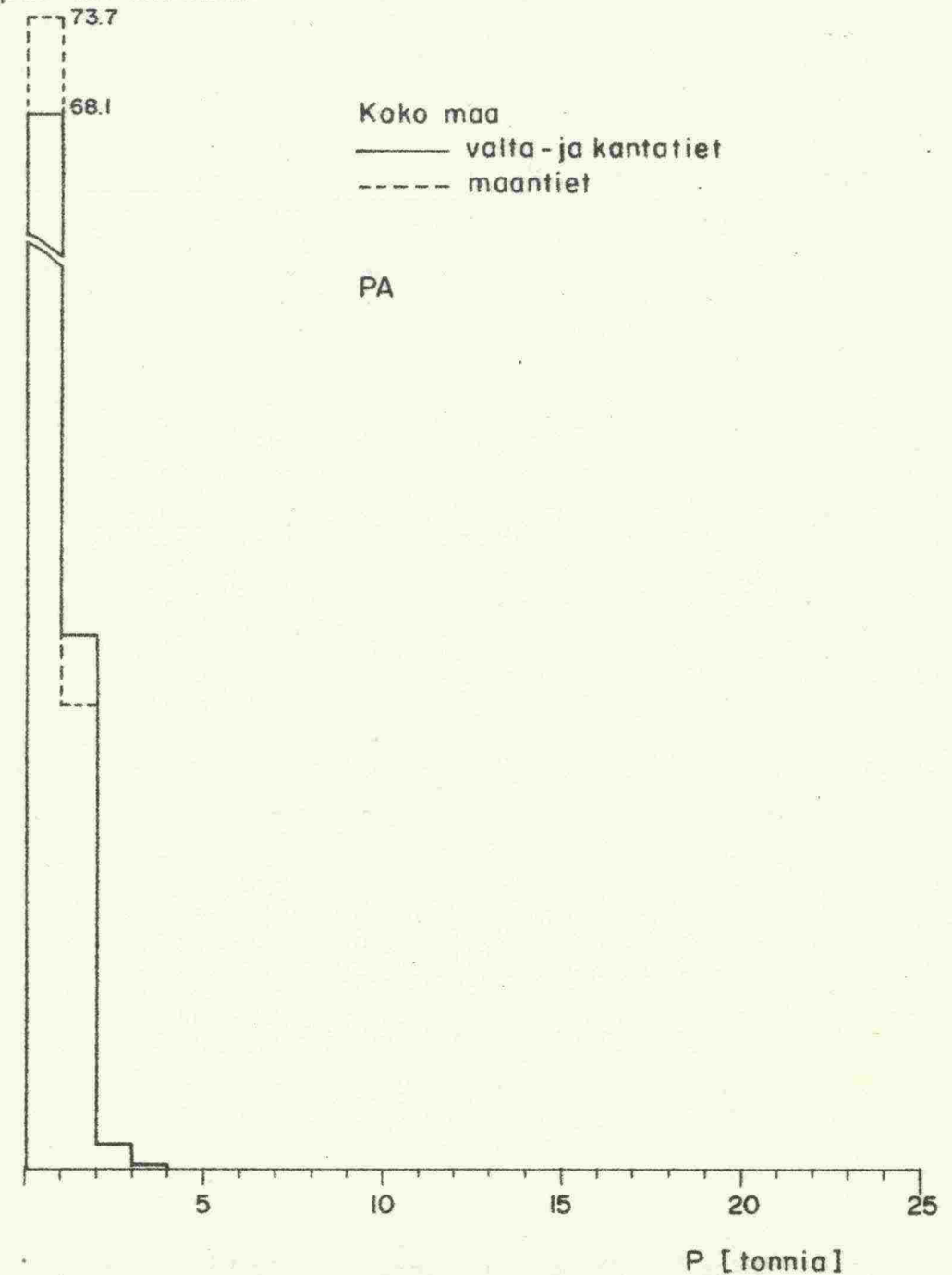
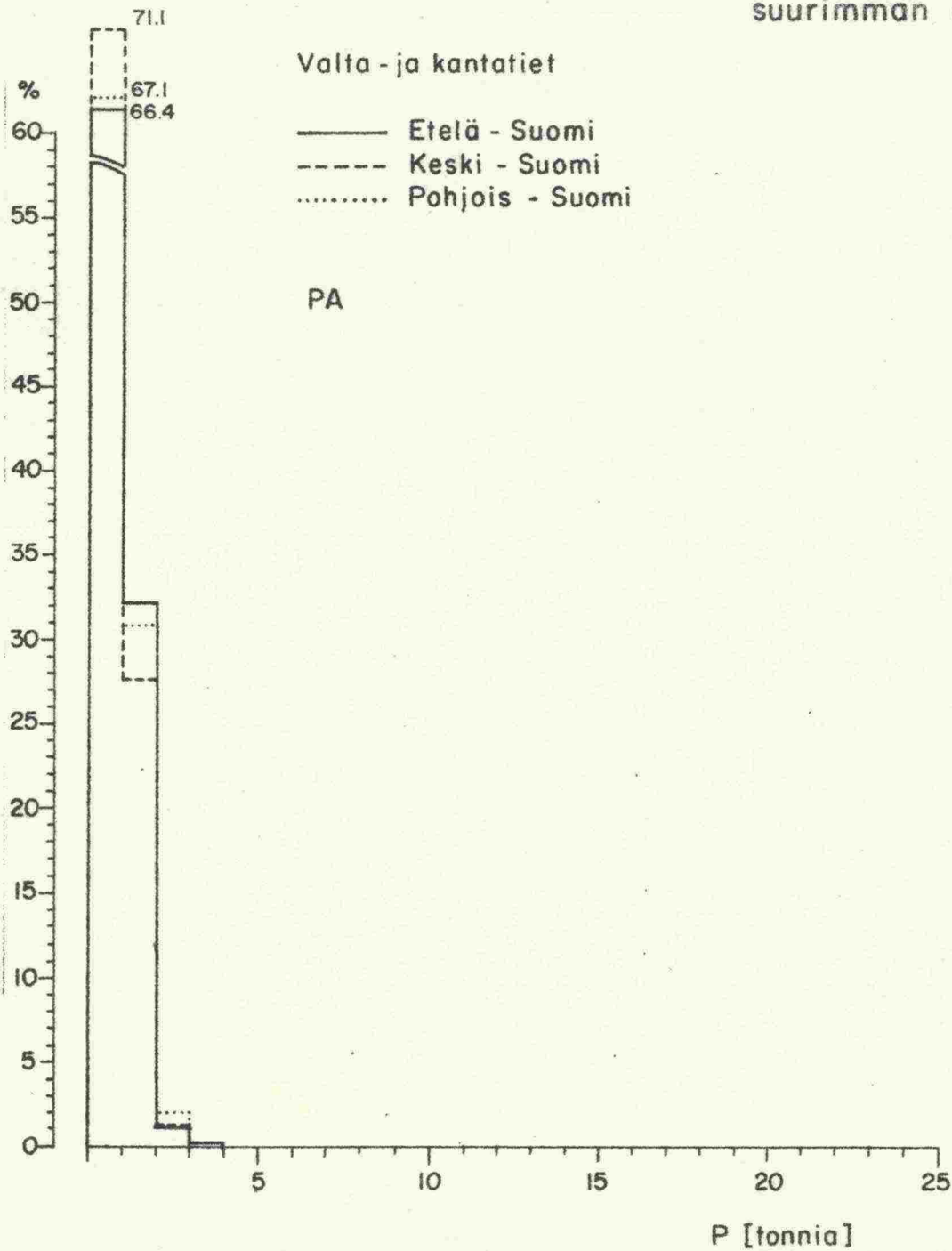


Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
suurimman akselipainon mukaan
valta- ja kantatiet

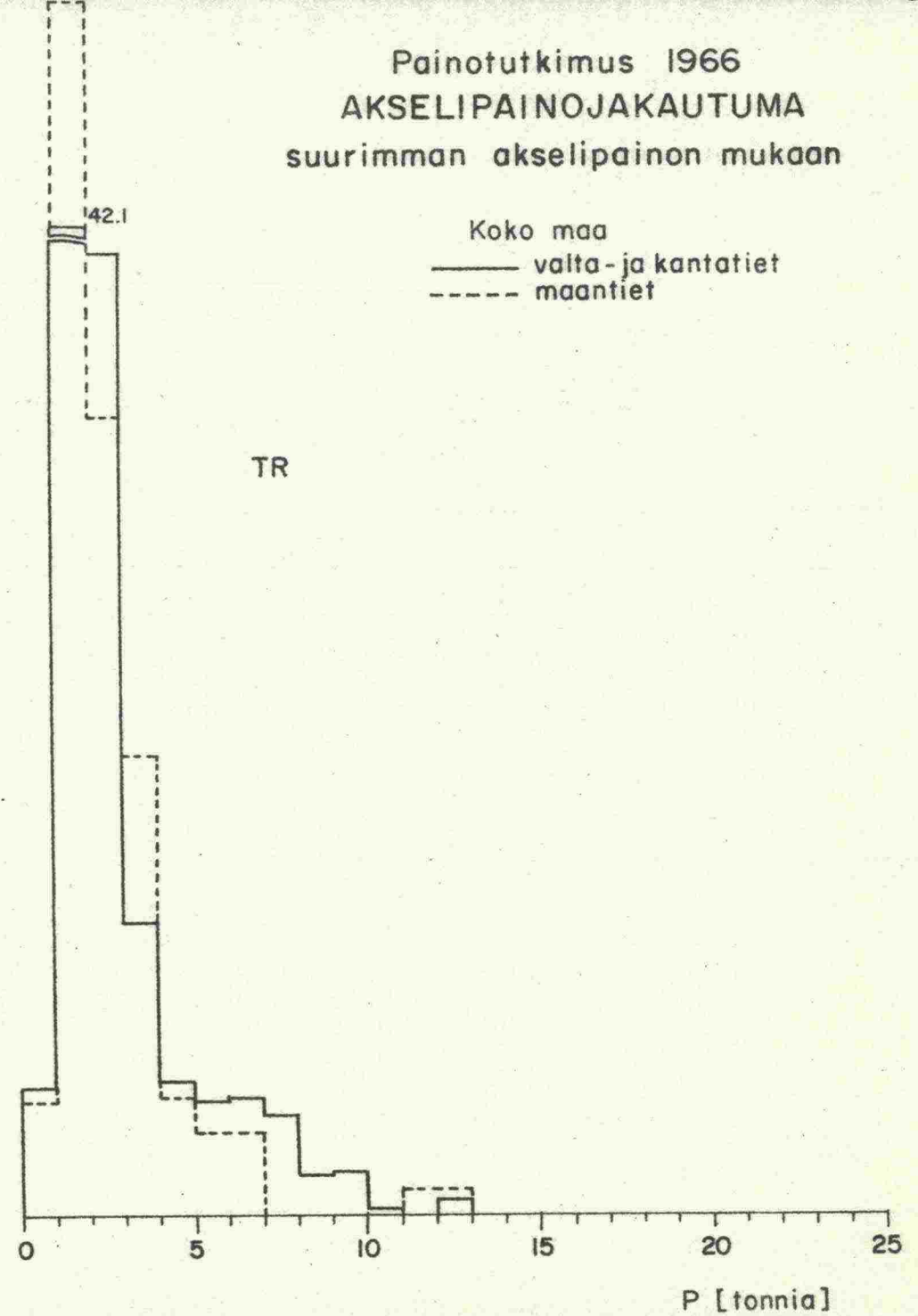
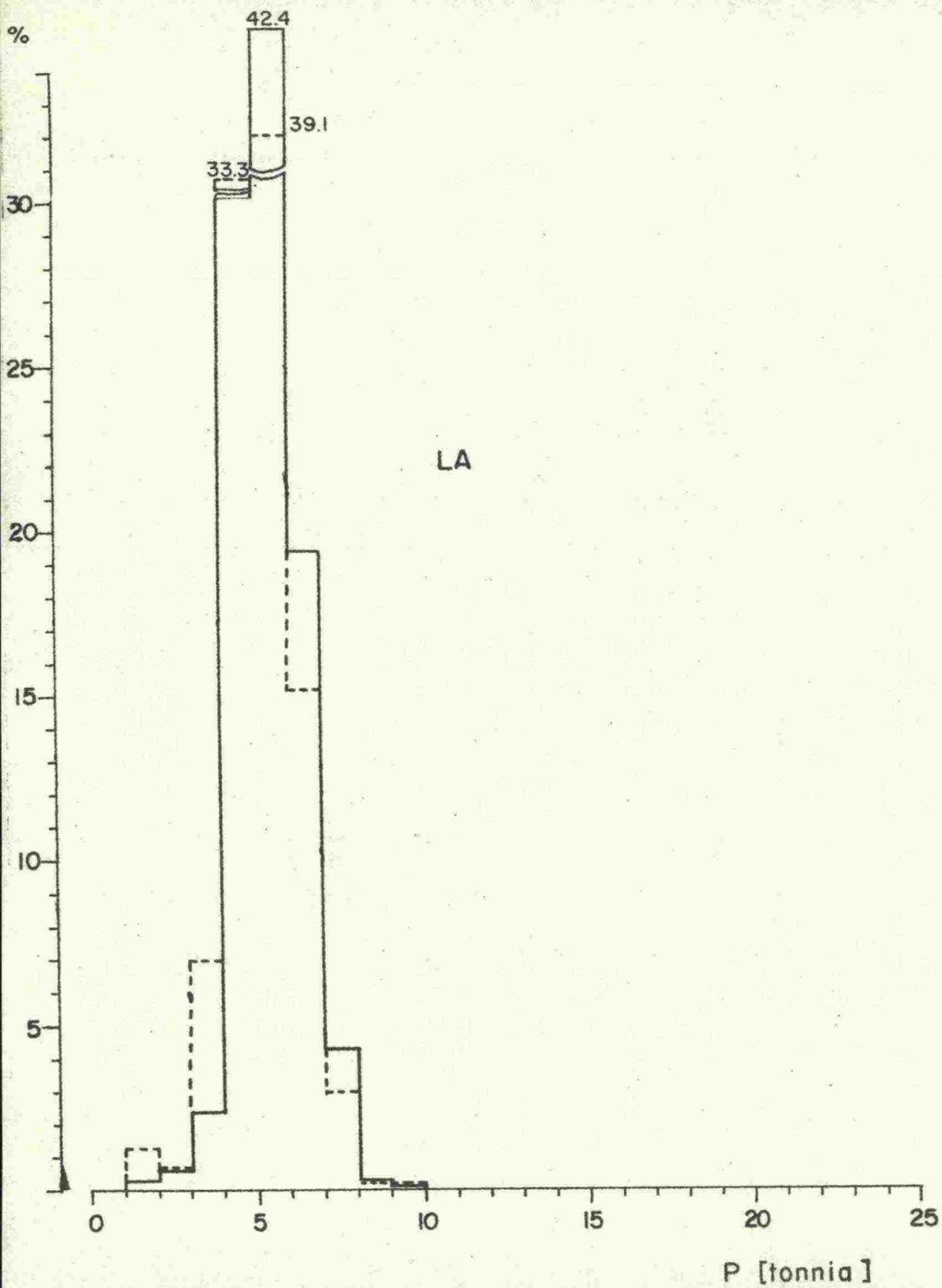
— Etelä - Suomi
- - - Keski - Suomi
..... Pohjois - Suomi



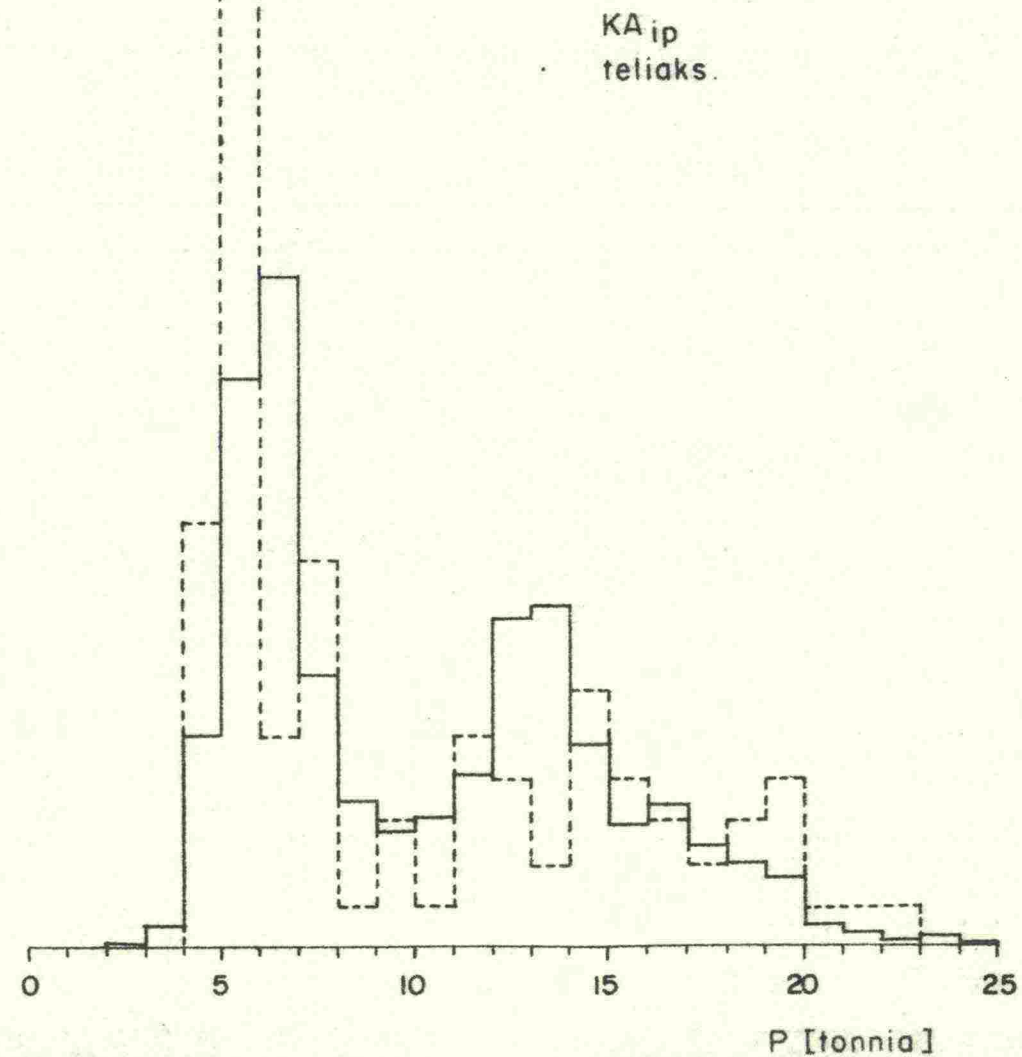
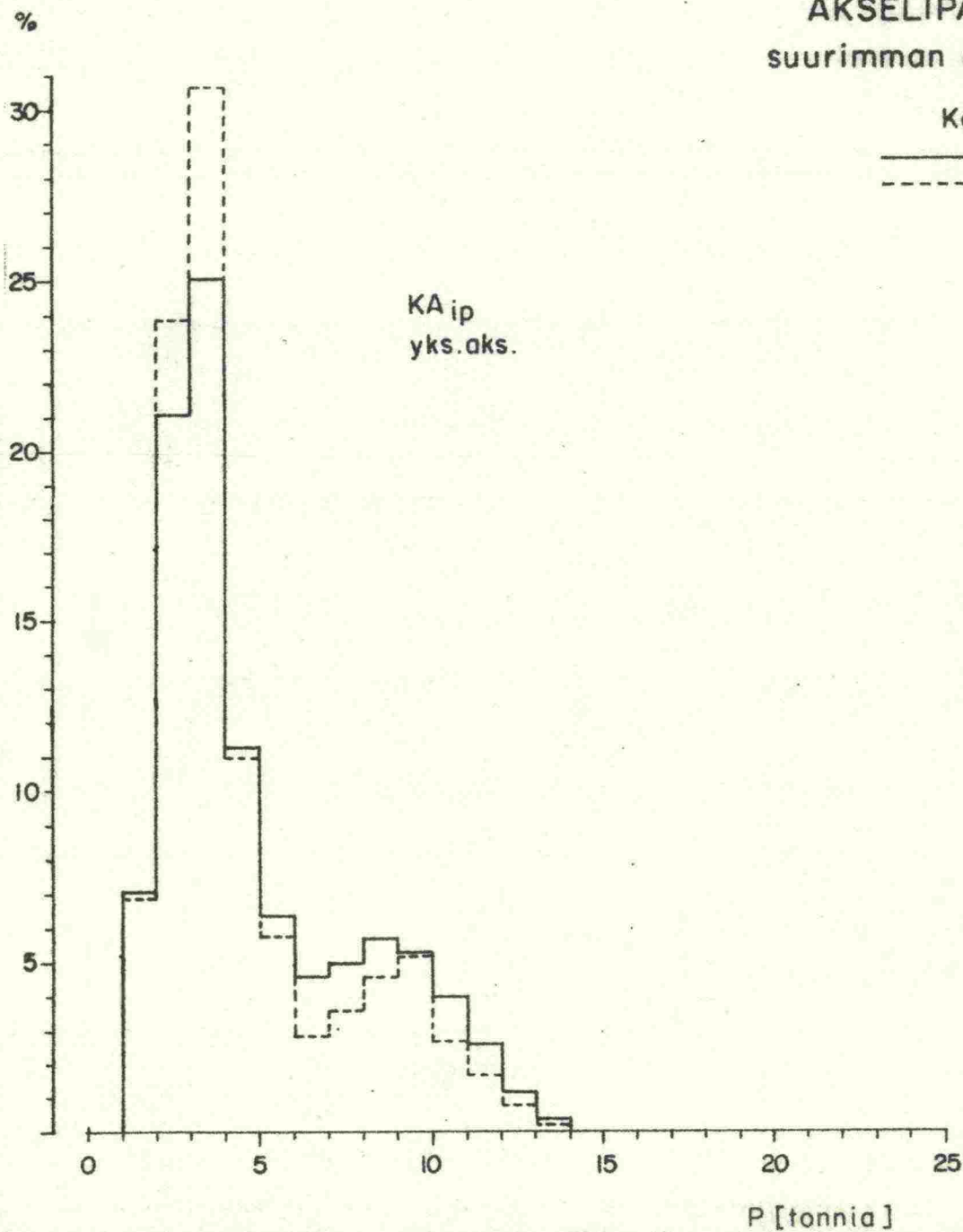
Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
suurimman akselipainon mukaan



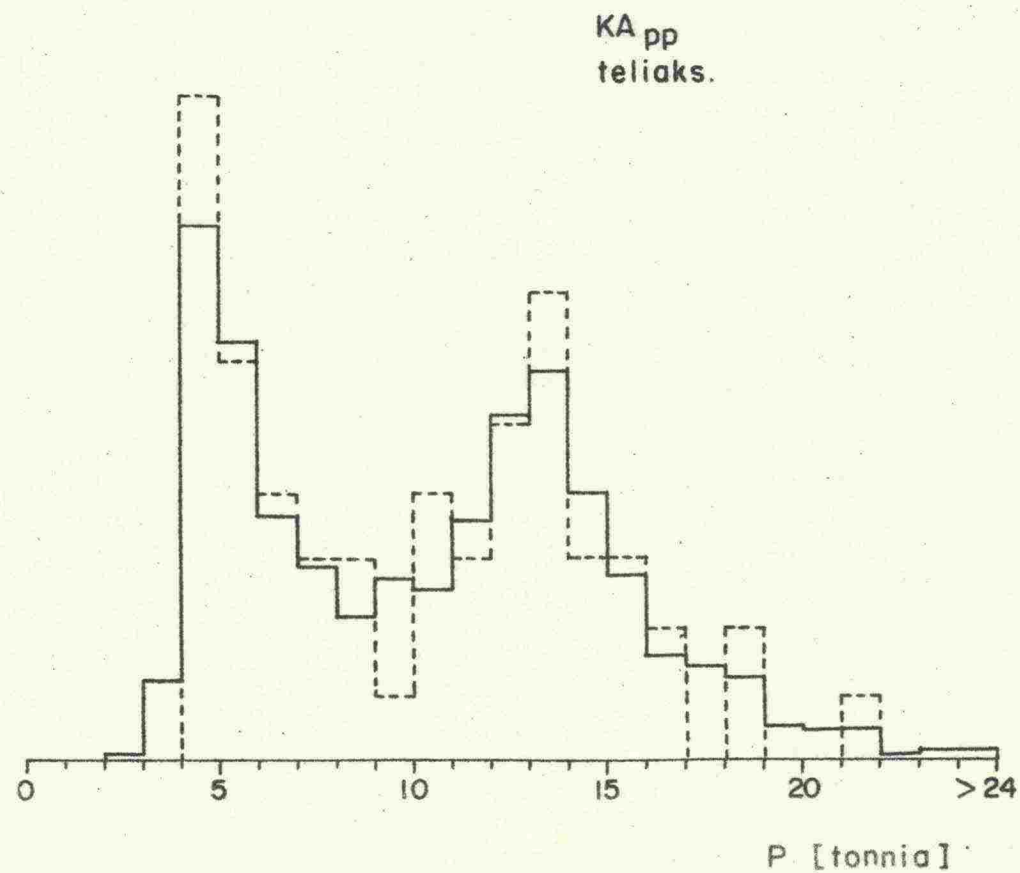
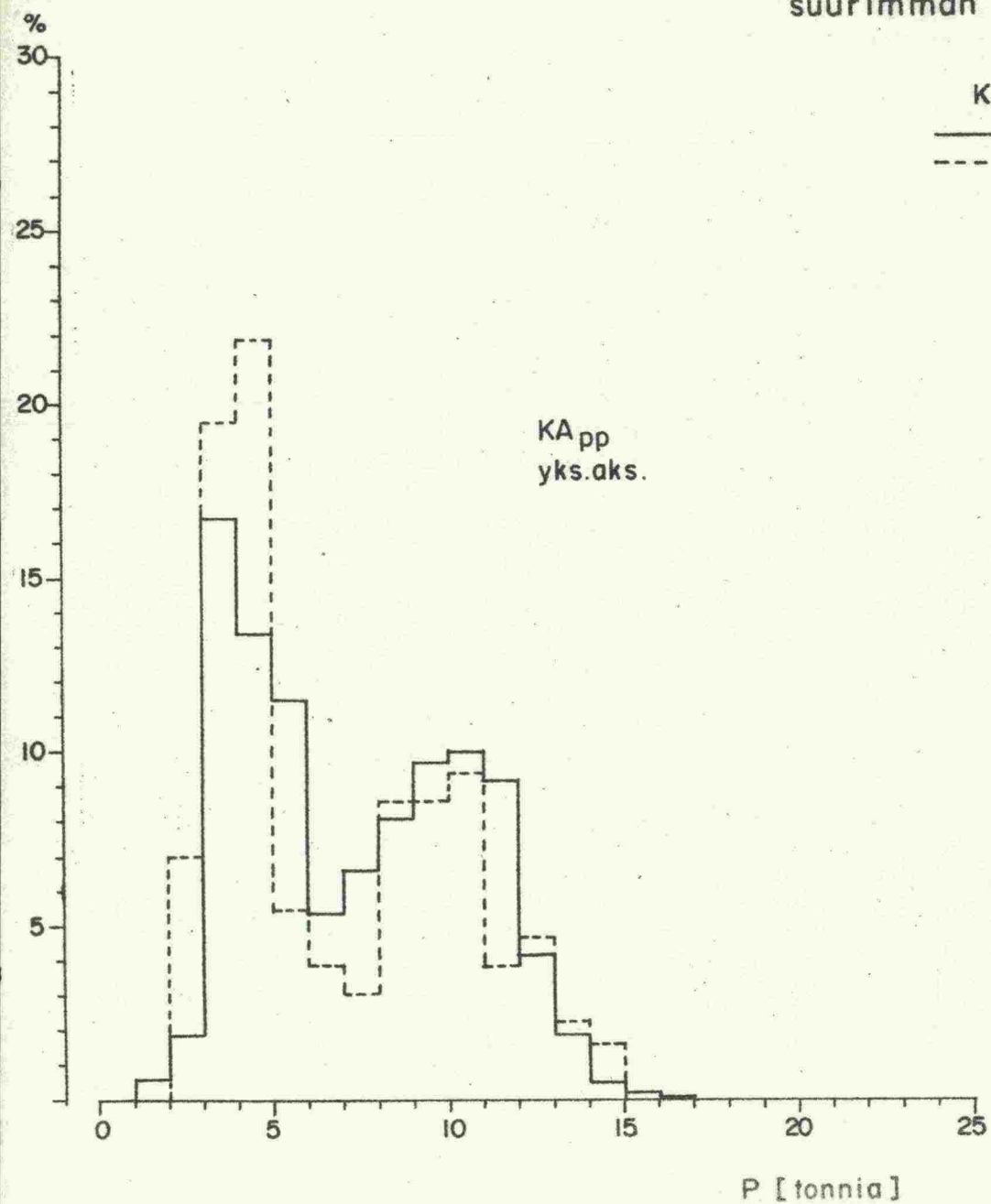
Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
suurimman akselipainon mukaan



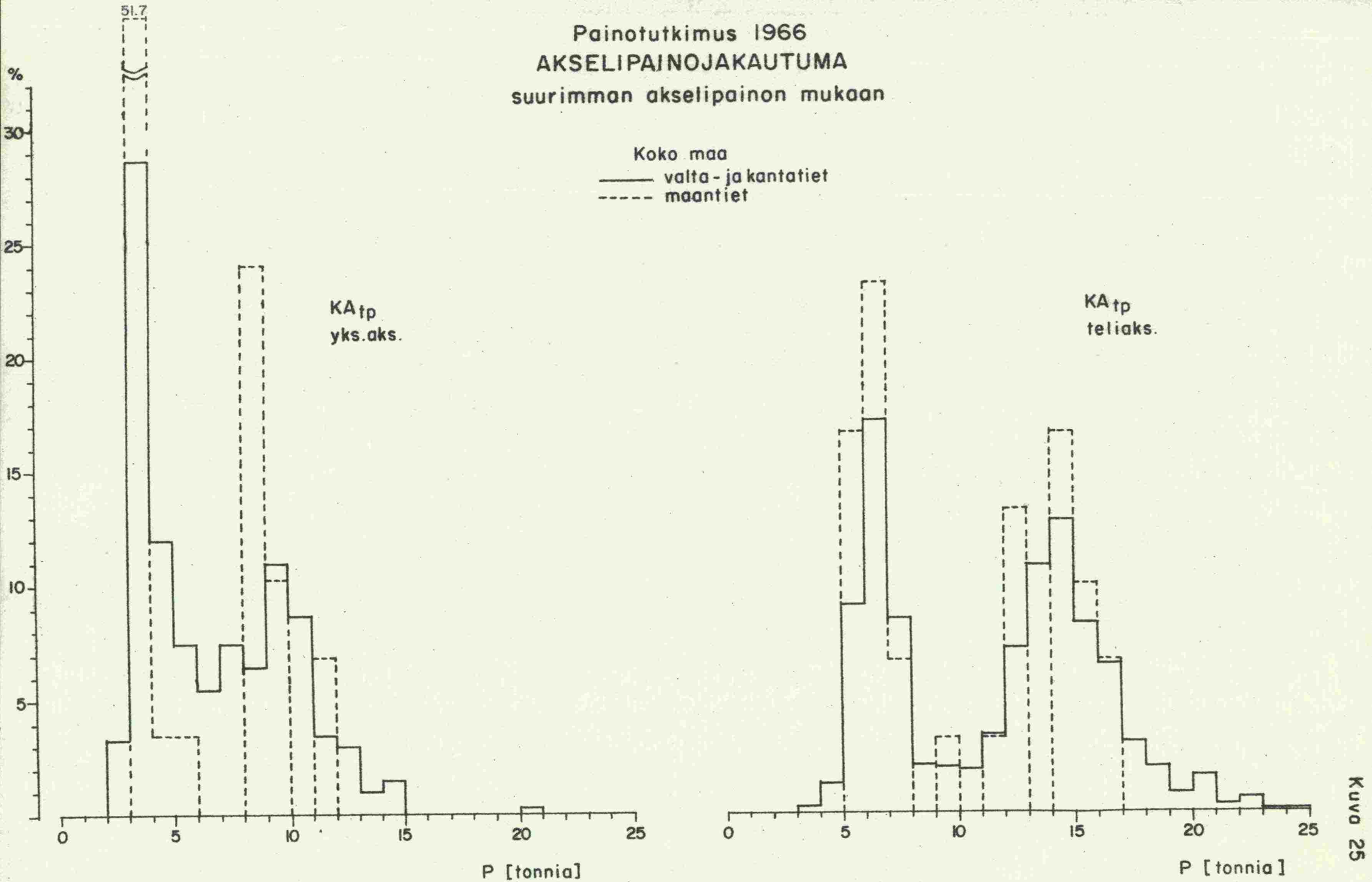
Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
suurimman akselipainon mukaan



Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
suurimman akselipainon mukaan



Painotutkimus 1966
AKSELIPAINOJAKAUTUMA
suurimman akselipainon mukaan



PROSENTUAALINEN KUORMITUSASTEJAKAUTUMA (valta- ja kantatiet)

Liite 1

Pohjois-Suomi

Ajon. ryhmä	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0	2.0-2.2	2.2-2.4	> 2.4	> 1.0
LA	6.2	20.4	25.3	24.0	13.8	6.6	2.0	0.7	0.3	0.7				10.3
KAip	25.2	22.6	10.0	7.4	6.8	6.4	6.4	6.5	4.8	2.5	1.2	0.1	0.1	28.0
KApp	29.0	15.6	5.0	4.0	5.2	9.9	7.0	9.2	6.8	4.2	3.2	0.7	0.2	41.2
KAtp	35.8	7.4	4.7	7.4	7.4	12.1	7.9	4.7	5.8	3.7	2.6		0.5	37.3
PA	4.4	17.4	23.0	23.0	13.6	7.9	3.5	3.8	0.9	0.9	0.9		0.7	18.6

Keski-Suomi

Ajon. ryhmä	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0	2.0-2.2	2.2-2.4	> 2.4	> 1.0
LA	7.9	31.5	30.1	15.7	7.6	2.8	2.1	0.9	1.4					7.2
KAip	27.8	20.8	11.2	9.0	6.8	10.0	7.5	4.0	1.7	0.6	0.4	0.1	0.1	24.4
KApp	22.8	15.4	6.5	8.0	9.2	12.4	10.7	8.7	3.7	2.0	0.4		0.2	38.1
KAtp	32.8	9.5	5.3	5.9	6.5	14.5	14.5	7.1	1.2	1.5	1.2			40.0
PA	6.6	17.5	26.6	18.1	12.6	9.2	3.4	2.0	1.5	1.0	0.6	0.5	0.4	18.6

Etelä-Suomi

Ajon. ryhmä	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0	2.0-2.2	2.2-2.4	> 2.4	> 1.0
LA	11.7	29.1	24.4	17.9	9.8	4.2	1.6	0.9	0.3	0.1				7.1
KAip	34.3	15.3	10.3	6.9	6.6	10.2	6.6	5.3	2.8	1.2	0.4	0.1		26.6
KApp	22.9	15.2	7.3	7.5	9.6	14.5	11.0	8.0	2.4	1.3	0.1	0.2		37.5
KAtp	34.0	8.5	4.2	5.0	6.6	19.6	14.4	5.3	1.7	0.6	0.1			41.7
PA	9.2	23.8	26.1	18.2	9.2	5.2	4.4	2.3	0.9	0.2	0.2	0.1	0.2	13.5

Liite 2

[illegible][illegible]

AKSELIPAINOJAKAUTUMA (Prosentuaalinen)

Liite 3

ALUE: KOKO MAA, valta- ja kantatiet

Painoluokka (tonnia)

[illegible]

AKSELIPAINOJAKAUTUMA (Prosentuaalinen)

Liite 4

ALUE: ETELÄ-SUOMI, valta- ja kantatiet

Painoluokka (tonnia)

[illegible]

Liite 5

Painoluokka (tonnia)

[illegible]

Liite 6

ALUE: POHJOIS-SUOMI, valta- ja kantatiet

Painoluokka (tonnia)

[illegible]

AKSELIPAINOJAKAUTUMA (Prosentuaalinen)

Lite 7

ALUE: KOKO MAA, maantiet

Painoluokka (tonnia)

[illegible]

Liite 8

ALUE: KOKO MAA, valta- ja kantatiet

Painoluokka (tonnia)

[illegible]

Liite 9

ALUE: ETELÄ-SUOMI, valta- ja kantatiet

Painoluokka (tonnia)

[illegible]

Liite 11

ALUE: POHJOIS-SUOMI, valta- ja kantatiet

[illegible]

ALUE: KOKO MAA, maantiet

Painoluokka (tonnia)

[illegible]